



## TRABAJO DE GRADO

# MODELO DE NEGOCIO PARA COMERCIALIZAR UN MÓDULO DE VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL RURAL AUTOSOSTENIBLE

OLGA CECILIA ACOSTA DÍAZ

OSWALDO PEDRAZA RODRÍGUEZ

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE OBRAS

BOGOTÁ D.C.

2020

TRABAJO DE GRADO

MODELO DE NEGOCIO PARA COMERCIALIZAR UN MÓDULO DE VIVIENDA  
DE INTERÉS SOCIAL RURAL AUTOSOSTENIBLE

OLGA CECILIA ACOSTA DÍAZ

OSWALDO PEDRAZA RODRÍGUEZ

Trabajo de grado presentado para optar al título de Especialista en Gerencia de  
Obras

Docente

ING ISABEL CRISTINA CERON VINASCO.  
PhD. Construcción-y-Tecnologías arquitectónicas

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE OBRAS

BOGOTÁ D.C.

2020



## Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Colombia (CC BY-NC-ND 2.5)

La presente obra está bajo una licencia:

**Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Colombia (CC BY-NC-ND 2.5)**

Para leer el texto completo de la licencia, visita:

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/co/>

**Usted es libre de:**



Compartir - copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la obra

### Bajo las condiciones siguientes:



**Atribución** — Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciante (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o que apoyan el uso que hace de su obra).



**No Comercial** — No puede utilizar esta obra para fines comerciales.



**Sin Obras Derivadas** — No se puede alterar, transformar o generar una obra derivada a partir de esta obra.

## TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
<b>INTRODUCCIÓN</b>	10
1. Generalidades	12
1.1. Línea de Investigación	12
1.2. Planteamiento del Problema	12
1.2.1. Antecedentes del problema	16
1.2.2. Pregunta de investigación	25
1.2.3. Variables del problema	25
1.3. Justificación	26
2. Objetivos	28
2.1. Objetivo general	28
2.2. Objetivos específicos	28
3. Marcos de referencia	30
3.1. Marco conceptual	30
3.2. Marco teórico	34
3.3. Marco jurídico	40
3.4. Marco geográfico	43
3.5. Marco demográfico	45
3.6. Estado del arte	48
4. Metodología	57
4.1. Fases del trabajo de grado	57
4.2. Instrumentos o herramientas utilizadas	61
4.3. Población y muestra asociada a la investigación	61
4.4. Alcances y limitaciones de la tesis	62
4.5. Cronograma de la investigación	62
4.6. Presupuesto de investigación	63
5. Productos a entregar	64
6. Desarrollo y resultados	65
6.1. FASE I. INVESTIGACION	65
	3

6.1.1.	Posible cobertura del MVRA	66
6.1.2.	Definición de materiales	67
6.1.3.	Análisis Meteorológico:	72
6.1.4.	Zonas de implementación MVRA:	75
6.2.	FASE II. DISEÑO.	76
6.2.1.	Diseño Arquitectónico	77
6.2.2.	Diseño Eléctrico	81
6.2.3.	Diseño Hidráulico	85
6.3.	FASE III. DEFINICION DEL ALCANCE:	88
6.4.	FASE IV. ANALISIS DE COSTOS.	89
6.4.1.	Análisis de sobre costos proyecto de Puerto Nariño	89
6.4.2.	Evaluación del presupuesto de Puerto Nariño	91
6.4.3.	Modelo de subcontratación MVRA	93
6.4.4.	Evaluación de costos del MVRA	94
6.4.5.	Análisis de costos de comercialización del MVRA	99
6.4.6.	Proyección de ingresos y egresos durante el ciclo de vida (CV) del MVRA	103
7.	Análisis de resultados	106
7.1.	Cómo responde a la pregunta de investigación	108
8.	Nuevas áreas de estudio	109
CONCLUSIONES		110
BIBLIOGRAFÍA		113

## LISTA DE ILUSTRACIONES

	<b>Pág</b>
Ilustración 1. Localización poblaciones ribereñas	16
Ilustración 2. Localización resguardo indígena	17
Ilustración 3. Puerto Nariño.	17
Ilustración 4. Localización Puerto Nariño	44
Ilustración 5. Viviendas Rio Sucio, Chocó	49
Ilustración 6. Casa norsk folkemuseum. Noruega 1800	51
Ilustración 7. Construcción proyecto – Puerto Nariño, Amazonas	52
Ilustración 8. Construcción proyecto – Puerto Nariño, Amazonas	54
Ilustración 9. Implantación proyecto – Puerto Nariño, Amazonas	56
Ilustración 10. Casas prefabricadas de entramado en madera	68
Ilustración 11. Distribución temperatura media anual Colombia	74
Ilustración 12. Departamentos aplicables al MVRA	76
Ilustración 13. Planta general MVRA	78
Ilustración 14. Alzado frontal MVRA	78
Ilustración 15. Alzado frontal detalle para una vivienda	79
Ilustración 16. Fachada posterior del MVRA	79
Ilustración 17. Fachada posterior de una vivienda	80
Ilustración 18. Modelo gráfico sistema fotovoltaico	84
	5

Ilustración 19. Sistema captación agua lluvia para consumo	86
Ilustración 20. Funcionamiento del sistema en el MVRA	87

## LISTA TABLAS

	<b>Pág</b>
Tabla 1. Condiciones meteorológicas Puerto Nariño	38
Tabla 2. Normatividad y leyes del documento	41-42
Tabla 3. Población censada por cobertura	47
Tabla 4. Cronograma de investigación	62
Tabla 5. Presupuesto etapa metodología	63
Tabla 6. Propuesta modelo de vivienda social rural	66
Tabla 7. Análisis del ciclo de vida de los materiales	70-71
Tabla 8. Consumo de electrodomésticos por día	82
Tabla 9. Consumo de iluminación por día	82
Tabla 10. Desglose costos vivienda Puerto Nariño	90
Tabla 11. Presupuesto proyecto Puerto Nariño	92
Tabla 12. Evaluación financiera MVRA	94
Tabla 13. Presupuesto general MVRA	96
Tabla 14. Evaluación financiera MVRA	100-102
Tabla 15. Modelo de evaluación financiera MVRA	105
Tabla 16. Resumen de resultados MVRA	106
Tabla 17. Resumen del proyecto MVRA	107



## LISTA DE GRÁFICAS

	<b>Pág</b>
Gráfica 1. Viviendas inadecuadas	20
Gráfica 2. Crecimiento proyección hogares con acueducto	21
Gráfica 3. Cobertura hogares con alcantarillado	23
Gráfica 4. Cobertura hogares con energía eléctrica	24
Gráfica 5. Evaluación financiera del MVRA	104

## **LISTA DE ANEXOS**

Anexo 1. Diseños planos y memorias

Anexo 2. Invitación a cotizar

Anexo 3. Cotizaciones

Anexo 4. Modelo de evaluación financiera MVRA

## **INTRODUCCIÓN**

Las poblaciones colombianas se ven afectadas recurrentemente por fenómenos naturales asociados al clima. Las poblaciones más vulnerables son principalmente las localizadas en las zonas rurales, en donde se encuentran comunidades de bajos recursos. Una de las consecuencias que afectan estas poblaciones, es la pérdida de sus viviendas y terrenos productivos. Hay que tener en cuenta la baja capacidad de respuesta brindada por las entidades gubernamentales y la falta de atención oportuna requerida por las poblaciones afectadas por estos fenómenos. Esto significa que la mayoría de las veces estas poblaciones están sujetas a soluciones a largo plazo, supeditadas a las propuestas y modelos de diseño que sugieren diferentes técnicas y procesos constructivos. En otros casos, la comunidad afectada se inscribe en programas de vivienda con poco éxito, puesto que estos proyectos son de difícil accesibilidad y tienen pocos beneficiarios.

Es importante resaltar que, las condiciones de habitabilidad y confort que ofrece parte de la vivienda rural hoy en Colombia, es un factor preponderante del abandono de las parcelas; muchas veces estas viviendas no cumplen con las normatividades básicas en su estructura y carecen de servicios básicos de calidad. En este caso se

tomará como modelo de estudio el proyecto desarrollado en el Municipio de Puerto Nariño, Amazonas; por medio del cual, se construyó una agrupación de viviendas para una comunidad indígena que, tomó como base la tipología del municipio, cuyo material predominante es la madera.

Con el presente estudio se implementó un modelo de negocio que, consiste en la comercialización de un módulo de vivienda de interés social rural autosostenible (MVRA), accesible al 70% de las diferentes zonas de los departamentos colombianos que, según condiciones de clima y geografía, se adapta el modelo MVRA de forma ideal.

## 1. GENERALIDADES

### 1.1. LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

El proyecto “*Modelo de negocio para comercializar un módulo de vivienda de interés social rural autosostenible*” (en adelante MVRA), se desarrolló bajo las líneas de investigación: “Gestión y tecnología para la sustentabilidad de las comunidades” y “Gestión integral y dinámica de las organizaciones empresariales”, incluidas en el enfoque de investigación de la Universidad Católica de Colombia. El presente proyecto se desarrolló a través de metodologías de investigación cualitativa, al comparar las características arquitectónicas, materiales, clima y topografía del proyecto de Puerto Nariño, frente a las especificaciones, diseño y cubrimiento de servicios básicos que ofrece el (MVRA). Contando que, por sus características abarcará gran parte de la geografía colombiana.

### 1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La vivienda juega un papel importante en la calidad de vida de las personas; razón por la cual, el contar con un espacio digno con acceso a los servicios básicos esenciales, les permite alcanzar niveles mínimos de bienestar. La vivienda

representa el principal patrimonio de unidad familiar.

De acuerdo con las tablas publicadas por el DANE (Departamento Administrativo Nacional de Estadística. DANE, 2018)<sup>1</sup>, resultado del censo aplicado en el año 2018 en Colombia, se puede saber que existen necesidades básicas insatisfechas en el componente de vivienda a nivel nacional: 5,31% en centros poblados y 13,63% en zonas rurales dispersas. Adicionalmente, hay que tener en cuenta los estudios sobre las necesidades básicas insatisfechas de personas por debajo del umbral de pobreza, en hacinamiento y en condición de dependencia económica, al no contar con recursos económicos suficientes para acceder a programas de vivienda gubernamentales.

En referencia a lo descrito en el análisis de gestión del riesgo de desastres en Colombia del 2012,<sup>2</sup> Colombia debe asumir los siguientes retos que eliminarán la amenaza a su desarrollo como país: encontrar una solución frente al

---

<sup>1</sup> Departamento Administrativo de Estadística, DANE, “Censo nacional de población y vivienda”. Internet: (<https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/censo-nacional-de-poblacion-y-vivenda-2018>)

<sup>2</sup> Campos Ana, Holm-Nielsen Niels, Díaz Carolina, Rubiano Ana, Costa Carlos, Ramírez Fernando, Dickson Eric. Análisis de la gestión de riesgo de desastre en Colombia. Un aporte para la construcción de políticas públicas. Bogotá: Banco Mundial, 2012.

desplazamiento de la población de zonas rurales a zonas urbanas, frenar la degradación ambiental y el cambio acelerado del uso del suelo. Las condiciones socioeconómicas actuales, sumadas a la tendencia de fenómenos naturales agravados por acciones humanas y las condiciones variantes del clima, determinan riesgos altos de desastres. Precisamente por lo anterior, es fundamental prevenir los riesgos que puedan afectar el desarrollo del País, retrasando el cumplimiento de las metas de bienestar social.

La problemática de vivienda en el Municipio de Puerto Nariño es evidente y fue acrecentada por la afectación de la población por la ola invernal asociada al Fenómeno de la Niña en 2010 y 2011. El Fenómeno de la Niña fue la causa de las inundaciones del Río Amazonas y sus afluentes más cercanos, lo que generó la necesidad de proporcionar unidades de vivienda a los damnificados, en su mayoría comunidades indígenas alrededor del Municipio. El Gobierno Nacional designó al Fondo de Adaptación como garante del proceso, para enfrentar el desastre del Fenómeno de la Niña en el Municipio de Puerto Nariño. El Fondo, acompañado por entidades como la Corporación Minuto de Dios y Compensar, apoyaron la etapa de socialización, identificando la cantidad de damnificados, su estrato socioeconómico, sus costumbres etc., para determinar las necesidades inmediatas. De acuerdo con las diferentes encuestas y fichas recopiladas en este proceso, se determinó necesario ofrecer oportunidades de vivienda a la población afectada.

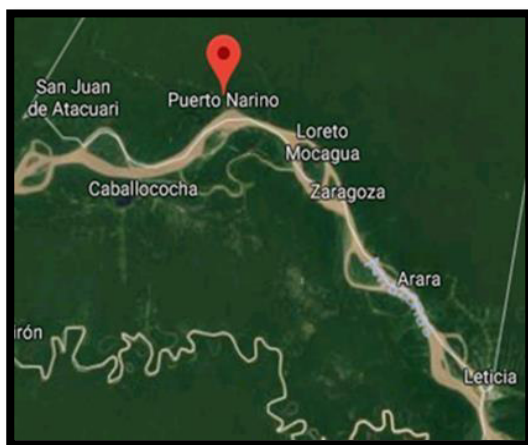
Para garantizar una vivienda digna para los miembros de la comunidad, se identificó la deficiencia en los servicios básicos como la electricidad y el acceso a agua potable. El presente estudio es necesario, para pensar en un modelo de negocio integral que, además de dar solución de vivienda, ofrezca servicios básicos a los usuarios. Generalmente este tipo de proyectos rurales, coinciden en la dificultad de acceder a los predios disponibles; incluso cuando existen vías de penetración, en la mayoría de los casos el acceso es imposible vehicularmente y por ello se debe optar por algún otro tipo de medio, en este caso fluvial. El medio fluvial condiciona la distribución del material, puesto que solo se puede realizar en temporada de lluvias, para garantizar la navegación de las barcas que suministran el material de construcción. Así pues, los medios de acceso a los predios deben tenerse en cuenta al momento de escoger los materiales para la construcción de las viviendas.

A partir del estudio realizado al proyecto de Puerto Nariño amazonas, a nivel de diseño y el seguimiento a su fase de construcción, se generó un modelo transversal aplicable en otras zonas del país, dando origen al modelo de negocio MVRA, cuyos clientes potenciales serán en un principio las entidades gubernamentales, tales como Fondo de Adaptación, Banco Agrario, Caja de Vivienda Popular, Ministerio de Vivienda, Alcaldías Municipales, cuya función específica es brindar planes de vivienda a la comunidad que, por diferentes causas carece de la misma.



### 1.2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

Durante la etapa de pre construcción del proyecto en Puerto Nariño, se tuvo la oportunidad de hacer parte del grupo interdisciplinario que desarrolló el diseño arquitectónico y su implantación. Nuestra participación consideró los estudios geotécnicos y de vulnerabilidad, en donde se demuestra que la mayoría de las poblaciones indígenas de la región se asientan sobre la ribera del río Amazonas. Estas poblaciones perdieron sus viviendas durante las inundaciones ocasionadas por la ola invernal asociada al Fenómeno de la Niña. Esta situación había sido prevista desde años anteriores; sin embargo, su impacto fue sorpresivo. En las siguientes ilustraciones se presenta la localización de la población de Puerto Nariño, sobre la ribera del río Amazonas y sus afluentes.



*Ilustración 1- Localización Poblaciones Ribereñas Puerto Nariño. Fuente: Google Maps*

*2020.*



*Ilustración 2 - Localización Resguardo Indígena Puerto Nariño. Fuente: Google Maps 2020.*



*Ilustración 3 - Puerto Nariño. Fuente: Castro Jonadab. Google Maps agosto 2019.*

El Plan de desarrollo de Puerto Nariño 2016 – 2019 señala que, la población en su mayoría pertenece al estrato uno, cuyas condiciones económicas imposibilitaría el acceso a programas de vivienda, cuya cobertura se extiende a población netamente indígena y precisa que, sus ingresos provienen de la pesca y los trabajos comunitarios desarrollados en las chagras.

El Fenómeno de la Niña afectó el 88% de los departamentos en Colombia (28 departamentos), representados en 1.041 municipios, correspondientes al 96% del total nacional<sup>3</sup>. Estas cifras requerirían respuestas inmediatas por parte del Gobierno Nacional, con programas o proyectos de implementación inmediata, con sistemas constructivos de fácil ejecución y transporte, dadas las condiciones de accesibilidad a las zonas afectadas, en su mayoría rurales, donde regularmente se producen los desbordamientos del río Amazonas y sus afluentes.

Según las cifras del Fondo de Adaptación<sup>4</sup> el Fenómeno de la Niña afectó el Producto Interno Bruto (PIB) del año 2010 de manera negativa en un 2%. El fenómeno incidió principalmente en los sectores de vivienda en un 39%, de

---

<sup>3</sup> Instituto amazónico de investigaciones científicas. Internet: <https://www.sinchi.org.co/>

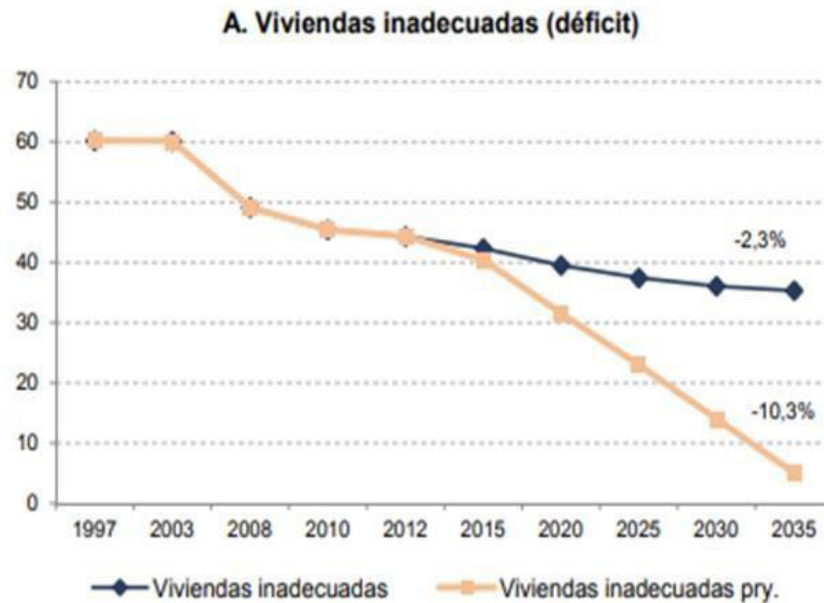
<sup>4</sup> Fondo de Adaptación. Taller cambio climático gestión del fondo adaptación. 24 de mayo de 2016. Internet: [https://es.slideshare.net/OECDdev/taller-cambio-climtico-gestion-del-fondo-adaptacin?from\\_action=save](https://es.slideshare.net/OECDdev/taller-cambio-climtico-gestion-del-fondo-adaptacin?from_action=save)

transporte en un 38% y de infraestructura social en un 11%. La mayoría de los proyectos atendidos por el Fondo de Adaptación en distintas zonas del país – Putumayo, Nariño, Valle del Cauca y la zona cafetera. Cifras que para el presente estudio fueron complementadas con estadísticas del Banco Agrario y el DANE, con las cuales se identifican una cantidad potencial por cubrir a nivel de vivienda rural en Colombia, durante los próximos quince años, ósea hasta el año 2035.

A continuación, conforme a las estadísticas<sup>5</sup>, se identifica de manera gráfica el cubrimiento actual de las necesidades de servicios básicos y vivienda rural en Colombia con proyecciones futuras.

---

<sup>5</sup> Ramírez Juan Carlos, Pardo Renata, Acosta Olga Lucía, Uribe Luis Javier. Bienes y Servicios Públicos y Sociales en la Zona Rural de Colombia Brechas y Políticas Públicas. Series de la Cepal - Estudios y Perspectivas - oficina de la Cepal en Bogotá. Internet: <https://www.cepal.org/es/publicaciones/38948-bienes-servicios-publicos-sociales-la-zona-rural-colombia-brechas-politicas>. Abril 2016.

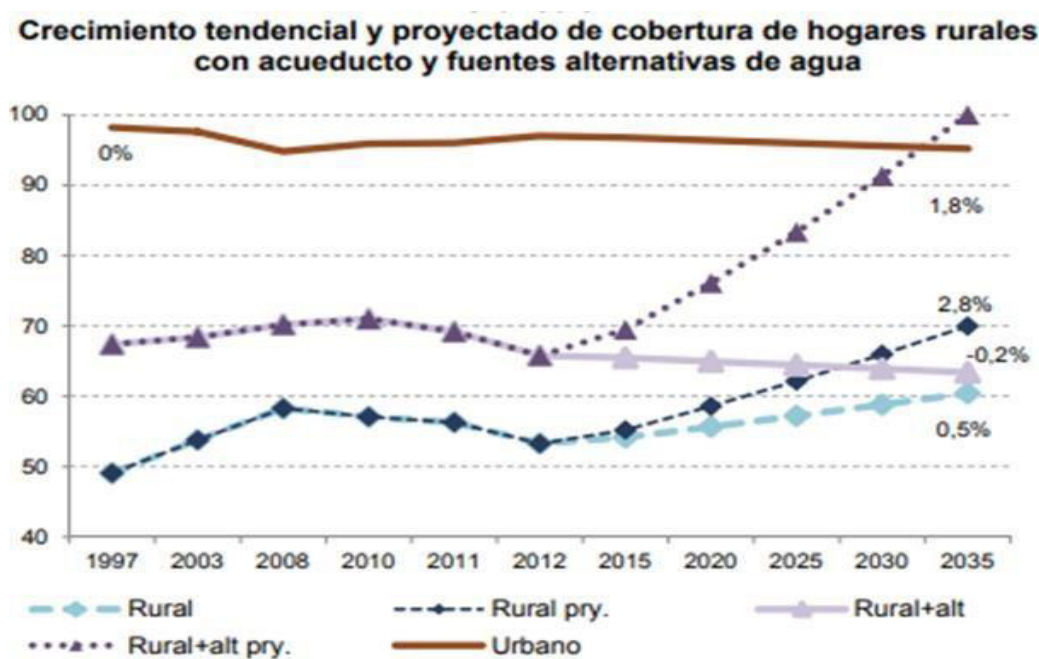


*Gráfica 1- Proporción de hogares rurales con déficits estructurales y de adecuaciones en la vivienda.*

*FUENTE. Bienes y Servicios Públicos y Sociales en la Zona Rural de Colombia Brechas y Políticas Públicas. Juan Carlos Ramírez, Renata Pardo, Olga Lucia Acosta, Luis Javier Uribe. Pág.32.*

La proyección de vivienda con déficits estructurales muestra una tendencia a disminuir. En el año 2020 se identifica una caída vertiginosa en la curva de cubrimiento y reconstrucción de vivienda en condiciones casi optimas de habitabilidad. Este problema debe enfrentarse de forma directa con programas novedosos de vivienda que solucionen las necesidades de cada población, garantizando el cumplimiento del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10).

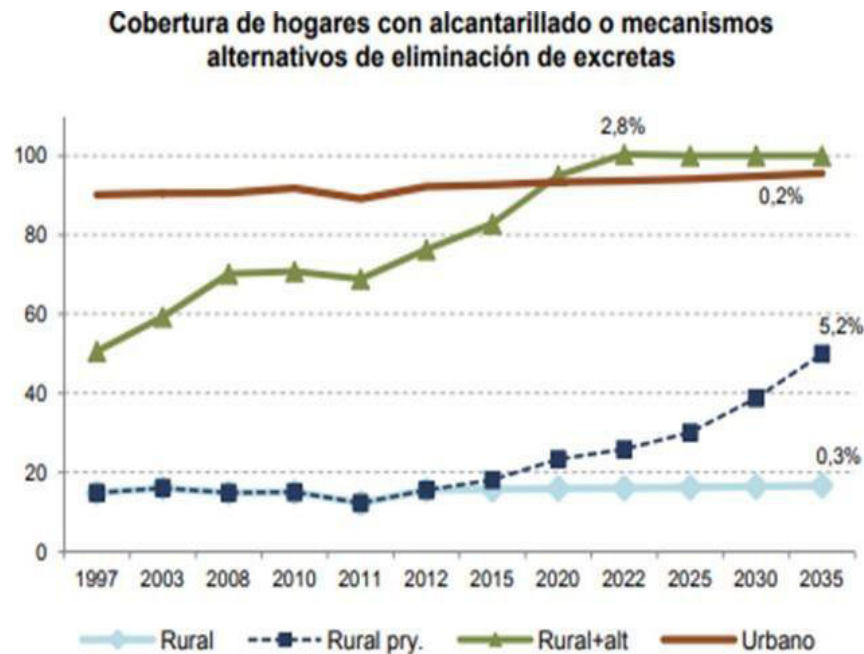
A continuación, se puede ver la gráfica correspondiente al cubrimiento de servicio de agua en hogares rurales en Colombia. En la gráfica se observará que, la implementación y puesta en marcha del servicio de acueducto tiene una leve tendencia a aumentar en el año 2020. El cubrimiento aproximado es del 60% con la posibilidad de lograr un 100% total para el año 2032.



Gráfica 2. Crecimiento tendencial y proyectado de cobertura de hogares rurales con acueducto y fuentes alternativas de agua.

FUENTE. Bienes y Servicios Públicos y Sociales en la Zona Rural de Colombia Brechas y Políticas Públicas. Juan Carlos Ramírez, Renata Pardo, Olga Lucia Acosta, Luis Javier Uribe. Pág. 34.

El manejo de excretas es uno de los aspectos que se han determinado de menor relevancia, sin embargo, es claro que, su manejo afecta de manera directa a las comunidades rurales. Resaltamos aquí el manejo de excretas porque si bien existen manejos elementales de excretas, estos no son siempre exigidos por las entidades gubernamentales y, cuando se construyen unidades de vivienda independientes, no se tienen en cuenta, afectando así el medio ambiente. En la siguiente gráfica se observa una tendencia totalmente plana, que no proyecta crecimiento favorable que, demuestre algún tipo de mejora en la implementación del servicio de eliminación de excretas.

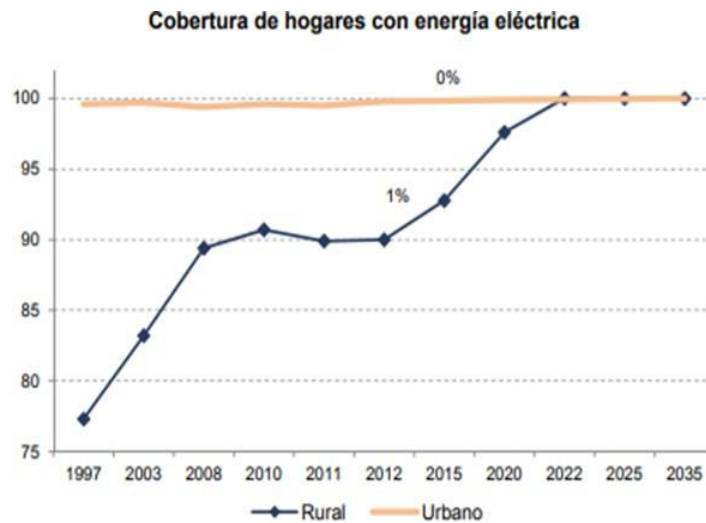


*Gráfica 3. Cobertura de hogares con alcantarillado o mecanismos alternativos de eliminación de excretas.*

*FUENTE. Bienes y Servicios Públicos y Sociales en la Zona Rural de Colombia Brechas y Políticas Públicas. Juan Carlos Ramírez, Renata Pardo, Olga Lucia Acosta, Luis Javier Uribe. Pág. 38.*

Ahora bien, es evidente que, el panorama que ofrece la evolución de servicios en los componentes de vivienda respecto al suministro de electricidad rural, es favorable. Desde el año 2012, como se muestra en la siguiente gráfica, se registra un incremento importante en cuanto a los indicadores de los que se hace referencia. En 2020 se logra un cubrimiento aproximado del 92% y se proyecta una cobertura total para el año 2022.





Gráfica 4. Cobertura de hogares con energía eléctrica.

*FUENTE. Bienes y Servicios Públicos y Sociales en la Zona Rural de Colombia Brechas y Políticas Públicas. Juan Carlos Ramírez, Renata Pardo, Olga Lucia Acosta, Luis Javier Uribe. Pág. 38.*

Las anteriores gráficas reflejan las deficiencias en el cubrimiento de servicios básicos y la proyección de su cobertura a largo plazo. Estas son proyecciones basadas en estadísticas en condiciones normales de la economía –diferentes a la situación actual del País–. Es necesario que se ofrezca un modelo integral que mitigue las necesidades descritas anteriormente, para asegurar la aceptación de los interesados. Gracias a los distintos estudios cotejados, se identificó la necesidad de dar mayor cubrimiento a los servicios básicos de vivienda, en condiciones que sean óptimas para el usuario final.

### 1.2.2. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuál es el modelo de negocio que puede viabilizar –desde el punto de vista económico– la producción y comercialización del Módulo de vivienda de interés social rural autosostenible (MVRA)?

### 1.2.3. VARIABLES DEL PROBLEMA

- Estrategias de industrialización del MVRA.
- Estrategias de implementación de sistemas autosostenibles con enfoque en la utilización de energía solar y aprovechamiento de aguas lluvias.
- Viabilizar el proyecto desde el punto de vista económico según el tope establecido por el decreto 046 de 2020.
- Estrategias de comercialización.

### 1.3. JUSTIFICACIÓN

El desarrollo del proyecto “Modelo de negocio para comercializar un módulo de vivienda de interés social rural autosostenible” fue posible, gracias a la implementación de los conocimientos adquiridos en la Especialización de Gerencia de Obras; espacio donde encontramos una multiplicidad de enseñanzas proyectadas a la conformación de pequeñas o grandes industrias consecuentes con este modelo.

La oportunidad de conjugar experiencias y conocimientos anteriores con los aportados en esta especialización nos acercó a un planteamiento real, basado en lo establecido en el Project Management Body of Knowledge (PMBOK)<sup>6</sup>, donde se amplían los campos de evaluación y análisis. La inclusión de variables sobre el alcance, tiempo y costos que plantea el PMBOK, sirvieron como puntos de análisis en la evaluación de la vivienda rural en Colombia, para que, en desarrollo de esta tesis, se presente como un modelo de negocio innovador, respecto a lo propuesto en los diferentes programas de vivienda de interés social ofrecidos en el mercado nacional.

---

<sup>6</sup> Project management body of knowledge (PMBOK). Sexta edición. 2017.

El modelo que aquí se propone, tiene la ventaja de reunir tecnología de punta a nivel de energía y reutilización de aguas lluvias, siendo un valor agregado en este tipo de proyectos. Esta ventaja se plantea como un valor agregado al momento de ofertar en los diferentes procesos licitatorios, pues integra tecnologías alternativas en pos de reducir los costos de consumo en poblaciones identificadas en los estratos 2 y 3, cuyos recursos económicos apuntan al cubrimiento de necesidades de vivienda. Partir de un modelo real, como es el caso de Puerto Nariño, permitió complementar los procesos de construcción, reducir los costos de transporte y de materiales, además de implementar modelos de subcontratación (outsourcing) para optimizar las diferentes fases del proyecto: diseño, fabricación y montaje. Con este modelo de negocio, se pretende solucionar las necesidades de vivienda y servicios básicos mediante un sistema constructivo de fácil distribución e implementación. Este sistema modular se convertirá en un sistema innovador, con el cual se pretende reducir los tiempos de respuesta a las necesidades de comunidades vulnerables y damnificadas en el país.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1. OBJETIVO GENERAL

Generar un modelo de negocio en donde se incluya la producción y comercialización del MVRA, tomando como caso de estudio base para el diseño, el proyecto de vivienda de interés social en el municipio de Puerto Nariño, Amazonas.

### 2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar los factores que generaron posibles sobrecostos en el Proyecto de Vivienda de Interés Social construido en el Municipio de Puerto Nariño, e identificar las necesidades que requieren ser atendidas en cuanto a servicios públicos, de tal forma que sea una referencia para el diseño definitivo del MVRA, además de optimizar las necesidades que requieren ser atendidas en cuanto a servicios públicos.
- Verificar y definir los materiales disponibles en el mercado que, ofrezcan las mejores condiciones de manejabilidad, accesibilidad y economía, para ser implementados en el MVRA.

- Evaluar el costo y el tiempo de producción y los posibles medios de comercialización del MVRA, atendiendo las necesidades de los interesados.
- Determinar el alcance del modelo de negocio asociado, basados en los lineamientos del Project Management Body of Knowledge (PMBOK).

### 3. MARCOS DE REFERENCIA

#### 3.1. MARCO CONCEPTUAL

Realizadas las diferentes evaluaciones sobre las condiciones de transporte y localización del proyecto, se concluyó en implementar un diseño de vivienda modular que, por sus condiciones de embalaje y fácil distribución, pudiera mitigar los sobrecostos generados por estos aspectos, en el proyecto de Puerto Nariño.

Con base en algunas de estas lecciones aprendidas, se conformó un grupo de profesionales que aportara sus experiencias en el ajuste de los diseños arquitectónicos, eléctricos e hidrosanitarios, para así generar el MVRA propuesto, teniendo en cuenta un proceso de fabricación que se pueda implementar como satélite en algunas regiones del país, logrando así minimizar costos de transporte y tiempos de fabricación.

En este modelo de proyecto se articula la fabricación con el suministro; por tal razón, tiende a implementar las figuras de *crashing* -técnica utilizada en la gestión de proyectos para acortar su duración- o el *fast-tracking* -reconfigurar la programación de tareas, pasando su desarrollo de secuencial a paralelo-.

En este marco conceptual se definirán términos como el cierre de etapa o fase, que corresponde a la culminación de actividades estipuladas por el grupo interdisciplinario del proyecto, para continuar con la siguiente fase.

El *Crashing*,<sup>7</sup> es una técnica utilizada en la gestión de proyectos con el objetivo de acortar la duración de un proyecto, buscando reducir los tiempos de ejecución mediante la implementación de mayores recursos tanto de mano de obra, equipos e insumos.

El *Fast-tracking*<sup>8</sup>, es una técnica utilizada en gestión de proyectos, que busca la reducción de tiempo mediante la ejecución de actividades no secuencialmente sino en paralelo. La idea es invertir en la estructura costo – tiempo- calidad.

A continuación, se precisan algunos términos necesarios para el desarrollo del proyecto:

El ciclo de vida de todo proyecto se estructura en torno a sus fases.<sup>9</sup> La fase de un proyecto, es el conjunto de actividades que culmina con la entrega de uno de sus productos y/o entregables.

---

<sup>7</sup> Investigación de operaciones, crashing en la gestión de proyectos. Internet: <http://www.investigaciondeoperaciones.net/crashing.html>

<sup>8</sup> Saiz Jorge. Fast-tracking. Acortando la duración de tus proyectos. Internet: <https://jorgesaiz.com/blog/fast-tracking/>

<sup>9</sup> OBS Business School – Universitat de Barcelona.

Internet: <https://obsbusiness.school/es/noticias/innovacion/cuales-son-las-etapas-de-un-proyecto-te-lo-contamos-en-esta-infografia>



Según La Guía del PMBOK, la Estructura de Desglose del Trabajo (EDT), corresponde a la descomposición jerárquica, orientada al producto entregable del trabajo que será ejecutado por el equipo del proyecto, para lograr los objetivos del proyecto y crear los productos entregables requeridos.<sup>10</sup>

El control de cambios del proyecto,<sup>11</sup> es adelantar el control integrado de cambios del mismo, con supervisión y control de los trabajos del proyecto. Se debe llevar un registro de los cambios aprobados o rechazados previamente, incluyéndolos en la línea base de seguimiento.

A continuación, se definen los conceptos asociados a la Vivienda Rural Autosostenible:

La Sostenibilidad es el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones, garantizando el equilibrio entre el crecimiento económico, el cuidado del medio ambiente y el bienestar social.<sup>12</sup>

---

<sup>10</sup> La EDT como herramienta de gestión del alcance de proyectos. Internet: <https://www.eoi.es/blogs/mintecon/2012/12/18/la-edt-como-herramienta-de-gestion-del-alcance-de-proyectos/>

<sup>11</sup> Executive Master Project Management. Internet: <https://uv-mdap.com/programa-desarrollado/gestion-de-cambios-del-proyecto/>

<sup>12</sup> Acciona – Desarrollo sostenible. Internet: <https://www.acciona.com/es/desarrollo-sostenible/>

El acumulador de energía solar, es un elemento que almacena la energía calorífica que se capta durante el día. En el campo de la energía fotovoltaica, el equivalente de un acumulador sería una batería.<sup>13</sup>

Posiblemente se utilizarán reguladores para controlar el flujo de energía, en la parte intermedia entre el colector o panel fotovoltaico y el acumulador.

En el proyecto se implementará la recirculación de aguas lluvias; una vez captadas y purificadas en un tanque de almacenamiento, se distribuyen al interior de la vivienda, se transforman algunas en aguas grises y se reutilizan para descargas o posibles sistemas de riego.

Dado lo anterior se requerirá un filtro de purificación, el cual se instalará directamente entre la cubierta y el tanque de almacenamiento, con el fin de purificar el agua lluvia, disminuyendo grados de acidez y salinidad.

El prototipo de vivienda se hará tipo paneles modulares de fácil manipulación e instalación.

Se buscará industrializar este tipo de vivienda, con una producción seriada de módulos para generar un montaje a gran escala.

---

<sup>13</sup> Energía solar – ezoic. Internet:  
<https://solar-energia.net/energia-solar-termica/componentes/acumulador-solar>

Se pretende generar una producción modular; trabajo en equipo con flujo continuo donde se procesa pieza por pieza desde la primera operación, hasta su empaque final.

La energía solar fotovoltaica se basa en el efecto “fotovoltaico”, el cual transforma la energía solar en energía eléctrica por medio de células solares, elemento base. Esta transformación se produce sin mecanismos móviles, sin ciclos termodinámicos y sin reacciones químicas. Es una de las energías renovables con más proyección de futuro por su sencillez técnica.<sup>14</sup>

La huella de Carbono refiere al ciclo de transformación de un insumo y la posible contaminación que este genera al medio ambiente en su proceso a huella es la señal que deja el pie del hombre o del animal en la tierra por donde pasa.

### 3.2. MARCO TEÓRICO

Generalmente los proyectos de Vivienda de Interés social, al abordar temas económicos, se centran en planteamientos erróneos que parten de etapas de socialización deficientes. Esto sucede cuando no se tiene en cuenta en el análisis

---

<sup>14</sup> Construmática Metalportal de arquitectura, ingeniería y construcción. Internet: [https://www.construmatica.com/construpedia/Energ%C3%ADa\\_Solar](https://www.construmatica.com/construpedia/Energ%C3%ADa_Solar)

la proveniencia de la población y sus costumbres. Esta falla en el análisis genera efectos de deserción al momento de recibir las unidades de vivienda. Aspecto que se tuvo en cuenta al momento de realizar la proyección de costos para el modelo de comercialización del MVRA. Adicionalmente, a esta problemática se suman factores económicos, representados en las cuotas de los servicios públicos, que generalmente son altas para el tipo de estrato en el que se proyecta la vivienda.

Dentro del análisis realizado observamos que la mayoría de los damnificados –por la ola invernal y el fenómeno de la Niña a lo largo de la geografía colombiana– son habitantes de zonas rurales. Esta población tiene contacto directo con el campo y sus viviendas son construcciones de madera, tal como dicta la costumbre en esta zona. En este estudio se pretende retomar este planteamiento de la construcción de viviendas en madera, de acuerdo a una evaluación previa de materiales, soportado de manera técnica bajo la norma NSR- 10<sup>15</sup>, con el fin de garantizar la estabilidad de las viviendas ante fenómenos de sismicidad. Por otra parte, el modelo que se propone como solución básica de vivienda autosostenible, se basa en los parámetros establecidos por la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG)<sup>16</sup>. En caso de que estos módulos de vivienda compartan excedentes de

---

<sup>15</sup> Reglamento colombiano de construcción sismo resistente (NSR-10). Título G. Construcciones en madera y guadua. 2010

<sup>16</sup> CREG. Normatividad sobre Energías Renovables en Colombia. 2018.

energía y agua, los parámetros establecidos en el proyecto ayudarán a reducir los costos económicos. Para cumplir los objetivos se ha de realizar un estudio contemplando las coberturas de servicio, el alcance del proyecto y la cobertura geográfica. La implementación del proyecto se plantea para el sector rural.

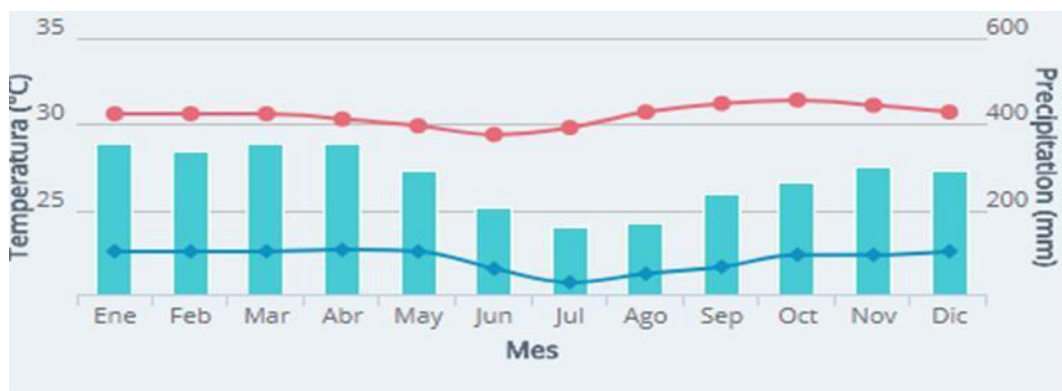
Para la elaboración del proyecto se contó con especialistas relacionados a los componentes eléctricos e hidráulicos, con cuyos aportes se obtuvieron mejores alcances, en cuanto al porcentaje de cubrimiento de servicios públicos básicos.

La propuesta de fabricación modular que se implementará, requiere de procesos industrializados, cuya inversión inicial es muy alta, en el evento de no contar con equipos especializados para la transformación de la madera, por lo cual, se acudirá a la figura de *outsourcing*, cuya especialidad, es la fabricación y el ensamble de los módulos, logrando así reducir de manera significativa el costo de producción. Dada la naturaleza del proyecto, se deberán plantear estrategias y una línea de acción clara para poder desarrollarlo. Es importante aclarar que, existen etapas de retroalimentación, necesarias para el análisis y aplicación de ajustes, correspondientes, conforme a lo sugerido en el Grupo de Procesos de Planificación (PMI).

El planteamiento y desarrollo del modelo de negocio para comercializar un módulo de vivienda de interés social rural autosostenible, se ajustó conforme a las condiciones climáticas de cada región del estudio, sin exceder los topes económicos

planteados. La prefactibilidad de este proyecto obedece en parte, a la coordinación del grupo interdisciplinar y los recursos requeridos en su etapa de planificación, cumpliendo con las expectativas de los interesados. Gran parte del éxito del proyecto depende del estudio de estadísticas y el análisis correspondiente a los manejos de caudales y aprovechamiento de aguas lluvias, de la captación directa y la distribución de aguas grises y servidas, además de la investigación sobre la captación de radiación mediante la implementación de paneles fotovoltaicos –que generarán energía al interior de las viviendas–.

Para evaluación de caudales de aguas lluvias y teniendo como base el proyecto de estudio en el Municipio de Puerto Nariño, en el siguiente cuadro se encuentran las estadísticas de las condiciones meteorológicas del municipio en el año 2019, en cuanto a temperaturas y precipitaciones, cuyos datos serán utilizados en el desarrollo del presente proyecto.



Mes	Media de las temperaturas mínimas diarias (°C)	Media de las temperaturas máximas diarias (°C)	Precipitación total media (mm)	Media del número de días de lluvia
Ene	22.6	30.6	355.0	24.0
Feb	22.6	30.6	334.0	21.0
Mar	22.6	30.6	352.0	22.0
Abr	22.7	30.3	352.0	22.0
May	22.6	29.9	291.0	23.0
Jun	21.6	29.4	203.0	19.0
Jul	20.8	29.8	158.0	16.0
Ago	21.3	30.7	169.0	16.0
Sep	21.7	31.2	235.0	17.0
Oct	22.4	31.4	263.0	19.0
Nov	22.4	31.1	302.0	21.0
Dic	22.6	30.7	292.0	23.0

Tabla 1- Condiciones meteorológicas Puerto Nariño 2019

FUENTE. El Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM.

Estas determinantes naturales se han de tener en cuenta como *alcance* del proyecto y su ciclo de vida correspondiente, contando que son valores agregados sobre los

modelos VIS, ofrecidos en los diferentes programas, con los cuales se brinda una mejor calidad de vida, ofreciendo beneficios económicos a los usuarios finales, incrementando así, la aceptación del MVRA.

El modelo según las cifras y estadísticas para la evaluación de *tiempo*, ha sido proyectado a 15 años, conforme lo sugiere la tabla de evaluación financiera, teniendo en cuenta los posibles incrementos en cuanto a valores de fabricación, administración y posible utilidad.

El análisis de *costos* parte de las evaluaciones previas, que adelanto el comité de toma de decisiones en cuanto a fabricación, manejo de anticipos, proyecciones de ventas, incrementos en el valor de fabricación y administración; resumidos en los costos directos e indirectos, que en la mayoría de los casos se toman como variables para realizar cada una de las ofertas.

Estos tres factores de análisis corresponden al triángulo gestión de proyectos, conforme al PMBOCK, y han servido como base para el desarrollo del modelo de negocio propuesto.



### 3.3. MARCO JURÍDICO

Este tipo de proyectos de vivienda se desarrollan de manera distinta dependiendo de las modalidades de titulación y adquisición de terrenos. Inicialmente el valor proyectado de acuerdo al Decreto 046 de 2020, incluye la consecución y escrituración de los lotes. Inicialmente las alcaldías locales adquieren los terrenos para el desarrollo de los proyectos y posteriormente el contratista ejecutor del proyecto lo compra al municipio, generando las escrituras por separado a nombre del nuevo favorecido.

Para el desarrollo de proyectos de vivienda, debe tenerse en cuenta las disposiciones establecidas en el Plan Básico de Ordenamiento Territorial (PBOT)<sup>17</sup> de cada municipio, al igual que ciertas disposiciones técnicas incluidas en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE)<sup>18</sup>.

A continuación, se presentan las leyes y normativas en las que se enmarca este documento:

---

<sup>17</sup> Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonia Corpoamazonia. Plan Básico de Ordenamiento Territorial de Puerto Nariño. PBOT. 2007-2019. Internet: <http://www.corpoamazonia.gov.co/index.php/ordenamiento-ambiental/estado-pot>

<sup>18</sup> Ministerio Minas y Energía. Reglamento técnico de instalaciones eléctricas. Internet: (<https://www.minenergia.gov.co/retie>)

<b>NORMA O DECRETO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>FUENTES</b>
Ley 3ª de 1991	Se crea el Sistema Nacional de Vivienda de Interés Social, se establece el subsidio familiar de vivienda, se reforma el Instituto de Crédito Territorial - ICT, y se dictan otras disposiciones.	Emitido por el Congreso de la República de Colombia. <sup>19</sup>
Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018	Artículo 88 establece: "De conformidad con el artículo 91 de la Ley 388 de 1997, la vivienda de interés social es la unidad habitacional que cumple con los estándares de calidad en diseño urbanístico, arquitectónico y de construcción y cuyo valor no exceda ciento treinta y cinco salarios mínimos mensuales legales vigentes (135 SMLMV).	Departamento Nacional de Planeación. <sup>20</sup>
Decreto 2060 de 2004.	Establece normas para Urbanización Vivienda Interés Social. Decreto base que luego se modificó y derogo.	Presentado por el presidente de la República y aprobado por Congreso de la República de Colombia. <sup>21</sup>
Decreto 583 de 2017	Características de la VIS y Renovación Urbana. Modifico parcialmente al Decreto 1077 de 2015.	Presentado por el presidente de la República y aprobado por Congreso de la República de Colombia. <sup>22</sup>

<sup>19</sup> Colombia. Congreso de la República. Ley 3. (15 de enero de 1991). Por la cual se crea el Sistema Nacional de Vivienda de Interés Social, se establece el subsidio familiar de vivienda, se reforma el Instituto de Crédito Territorial, ICT, y se dictan otras disposiciones. Internet: (<http://www.minvivienda.gov.co/LeyesMinvivienda/0003%20-%201991.pdf>)

<sup>20</sup> Dirección Nacional de Planeación. Plan nacional de desarrollo 2014 – 2018. Internet: (<https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/PND/PND%202014-2018%20Tomo%201%20internet.pdf>) 2015

<sup>21</sup> Ministerio de ambiente, vivienda, ciudad y territorio. Decreto 2060 (2004). Por el cual se establecen normas mínimas para las viviendas de interés social urbanas. Diario Oficial Bogotá DC. 45590 junio 25 de 2004

<sup>22</sup> Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. Decreto 583 (2017). "Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 1077 de 2015 en lo relacionado con las características de la vivienda de

<b>NORMA O DECRETO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>FUENTES</b>
NSR-10.	Normatividad para construcciones en Madera y Guadua.	Título G.
RTIE-RETILAP	Cumplimiento de especificación y normas eléctricas para recibo de obras.	NTC2050 Expedido por el Ministerio de Minas y Energía. <sup>23</sup>
PBOT	Plan Básico de Ordenamiento Territorial - Reglamentación urbana y de servicios de Puerto Nariño.	Oficina de Planeación Puerto Nariño.
RAS 2000	Planteamiento y diseño de sistemas de Recolección y Evacuación de aguas residuales y pluviales.	República de Colombia Ministerio de Desarrollo Económico Dirección de Agua Potable y Saneamiento Básico Bogotá D.C., noviembre de 2.000 <sup>24</sup>

*Tabla 2- Normatividad y leyes en las que se enmarca el documento.*

*FUENTE. Elaboración propia a partir de la información de cada documento.*

interés social y prioritario en tratamiento' de renovación urbana, los requisitos de solicitud y trámite de las licencias urbanísticas y las cesiones anticipadas", Internet: <https://dapre.presidencia.gov.co/normativa/normativa/DECRETO%20583%20DEL%2004%20DE%20ABRIL%20DE%202017.pdf>

<sup>23</sup> Ministerio de Minas y Energía. Norma técnica colombiana 2050. Internet: <https://www.idrd.gov.co/sitio/idrd/sites/default/files/imagenes/ntc%2020500.pdf>. 1998

<sup>24</sup> Ministerio de Desarrollo Económico. Planteamiento y diseño de sistemas de Recolección y Evacuación de aguas residuales y pluviales. Internet: ([http://www.minvivienda.gov.co/Documents/ViceministerioAgua/010710\\_ras\\_titulo\\_d\\_.pdf](http://www.minvivienda.gov.co/Documents/ViceministerioAgua/010710_ras_titulo_d_.pdf)) 2000

### 3.4. MARCO GEOGRÁFICO

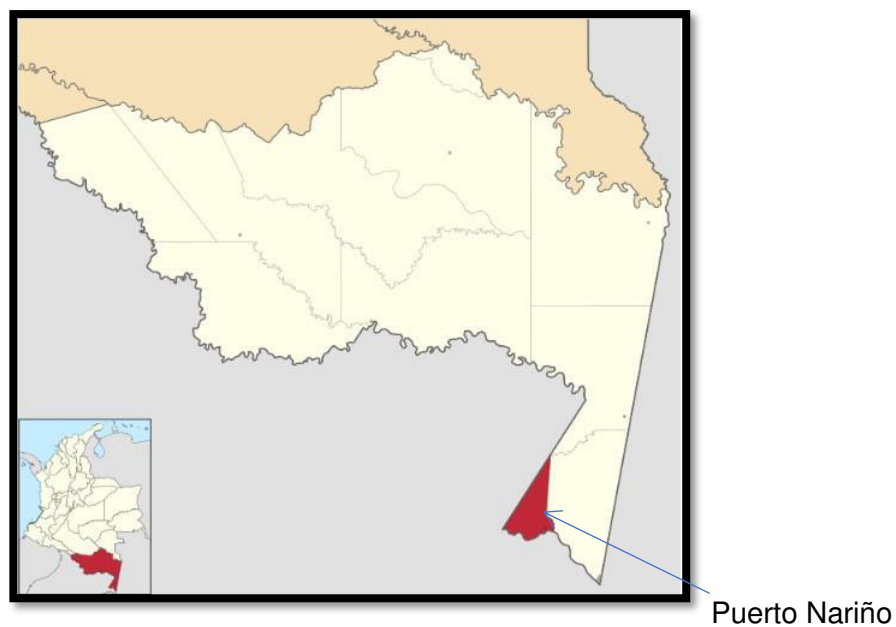
El marco demográfico del caso de estudio es Puerto Nariño, el segundo municipio del departamento del Amazonas, tanto en importancia como en extensión. Está situado a orillas del río Loretoyaco, a 87 km de Leticia, la capital departamental<sup>25</sup>. Puerto Nariño es una población ribereña, asentada a orillas del río Amazonas con una topografía irregular de pendientes sinuosas. Este Municipio se ve afectado el mes de julio debido al crecimiento y subida del nivel del río. Este crecimiento fluvial afecta de manera superficial la cota de acceso al municipio. El sitio donde se desarrolla el proyecto posee una cota de elevación más alta que el río, lo que permitirá protegerlo de una posible inundación. Las características selváticas son acordes con la idiosincrasia de la población indígena, ya que permite desarrollar un proyecto que se ajusta a su cotidianidad, permitiendo desarrollar áreas de cultivo y chagras donde se congrega la comunidad a atender sus cultivos.

Esta región cuenta con una temperatura promedio de 26 grados centígrados. El mes de noviembre es el mes más cálido y julio es el más frío. Los niveles de precipitación tienen picos, los más altos en el mes de enero, con un indicador de 320 mm y el más bajo en el mes de julio con 155 mm. La cercanía con la de selva hace que se

---

<sup>25</sup> Alcaldía de Puerto Nariño - Amazonas. Interacciones bioculturales asociadas con las plantas de chagra a partir de las concepciones de los estudiantes de sexto grado de la Institución Educativa San Francisco de Loreyaco - Inaesfra <http://www.puertonarino-amazonas.gov.co/index.shtml>

estreche el respeto que conservan las comunidades indígenas por la naturaleza. Esta relación de respeto por su entorno será preservada con el desarrollo de este tipo de proyectos. A continuación, se presenta la localización geográfica del Municipio de Puerto Nariño con respecto al País y al departamento de Amazonas.



*Ilustración 4 - Localización Municipio Puerto Nariño. Fuente: Alcaldía de Puerto Nariño - Amazonas.*

### 3.5. MARCO DEMOGRÁFICO

Para desarrollar el contexto demográfico nos basamos en el caso de estudio, es decir, la población de Puerto Nariño. Usamos, además, la información encontrada en la página Web: “Alcaldía de Puerto Nariño – Amazonas - Sitio oficial de Puerto Nariño en Amazonas, Colombia.”<sup>26</sup> Contando que, las condiciones demográficas e idiosincrasia de la población de esta comunidad indígena es similar a la mayoría de costumbres de la población rural en Colombia, el modelo MVRA a implementar por sus características de diseño y materiales, se acomoda a diferentes regiones del país.

#### Contexto histórico

A pesar de que el municipio aparece en mapas desde 1936, Puerto Nariño fue fundado como corregimiento en 1957 con el nombre de Atacuari. En 1961 organizó un caserío y esta área urbana empezó a llamarse Puerto Espejo, en honor al primer

---

<sup>26</sup> Alcaldía de Puerto Nariño - Amazonas. Interacciones bioculturales asociadas con las plantas de chagra a partir de las concepciones de los estudiantes de sexto grado de la Institución Educativa San Francisco de Loreyaco - Inaesfra <http://www.puertonarino-amazonas.gov.co/index.shtml>

corregidor José Humberto Espejo. El Consejo de comisaria del Amazonas, teniendo en cuenta su ubicación fronteriza y su crecimiento, tanto demográfico como económico, solicitó a la Nación la creación del Municipio. Desde la expedición del decreto 106 del 18 de enero de 1984, Puerto Nariño fue fundado y reconocido como municipio y desde este año tomó su nombre actual en honor a un buque militar colombiano que llevaba los víveres.

### Contexto sociocultural

Puerto Nariño es el asentamiento principal de la población indígena Atikoya, conformado por congregaciones Tikuna, Cocama y Yagua. Estas comunidades se caracterizan por desarrollar sus actividades de pesca y cultivo concentradas en las chagras –zonas de cultivo–. La población se asienta en la selva, lo que no permite el acceso de maquinarias o vehículos contaminantes. La armonía, la tranquilidad, convivencia con la naturaleza, los esplendorosos paisajes, impactantes atardeceres y la amplia diversidad, tanto biológica como cultural, hacen de Puerto Nariño, uno de los lugares más visitados por los turistas que están de paso por el Amazonas colombiano.

### Contexto poblacional

Para presentar el contexto poblacional nos referimos a la Tabla 3. En ella se evidencia que del 100% de la población del municipio de Puerto Nariño, el 36.37% corresponde a la cabecera municipal y el 63,63% pertenece a centros poblados y rural disperso. Estas especificaciones son importantes para el estudio de la cobertura del proyecto aquí planteado, sobre todo porque la Unidad de vivienda se podría convertir en una solución práctica e inmediata para los problemas de la región y, en un futuro, será ejemplo para seguir en diferentes regiones del país.

Censo Nacional de Población y Vivienda - CNPV 2018					
Población censal ajustada por cobertura					
AÑO 2018					
IDENTIFICACIÓN			POBLACIÓN AJUSTADA POR COBERTURA		
Código DIVIPOLA	NOMBRE DEPARTAMENTO	NOMBRE MUNICIPIO	TOTAL	CABECERA	CENTROS POBLADOS Y RURAL DISPERSO
91001	Amazonas	Leticia	48,144	33,503	14,641
91540	Amazonas	Puerto Nariño	9,744	3,544	6,200

*Tabla 3 - Población censada por cobertura. Censo Nacional de Población y Vivienda - CNPV 2018.*

*Fuente. DANE*



### Contexto socioeconómico

De acuerdo con el Plan de Desarrollo de Puerto Nariño 2016–2019, se determinó que la población en su mayoría no pertenece a un estrato y o hacen parte del estrato uno.

### 3.6. ESTADO DEL ARTE

El Fondo de Adaptación es una entidad gubernamental creada para atender las consecuencias del Fenómeno de La Niña en el año de 2010. Por lo cual debió evaluar de forma general la emergencia en los diferentes departamentos colombianos en donde las poblaciones fueron más vulnerables. Durante el proceso de selección de proyectos en donde se presentaron diferentes alternativas constructivas, se dio la oportunidad para identificar múltiples falencias que no se tuvieron en cuenta ya al momento de realizar los ejercicios económicos en cada uno de los casos, tal como lo refiere el *Journal of Cleaner Production*<sup>27</sup>. Este tipo de proyectos puede ser subestimado por los desarrolladores, ya que ellos buscan ganancias en condiciones que favorezcan el desarrollo de manera sencilla. A pesar

---

<sup>27</sup> Fernández Pablo, Villalba Ignacio, Yepes Víctor, Franco Ricardo. Revisión de los métodos de optimización aplicados al consumo de energía en ferrocarriles. En *Journal of cleaner production*. Marzo 2019

de que los proyectos rurales puedan subestimarse, hay que pensar también en las dificultades añadidas, como las vías de penetración para la asequibilidad de insumos y tecnologías que afectaran el costeo propuesto. Además de lo mencionado, debe definirse una tipología y/o proceso constructivo que corresponda a la fácil consecución de materiales y mano de obra.

A continuación, se presenta un ejemplo de proyecto de vivienda del tipo en estudio, ejecutado en Riosucio – Chocó.



*Ilustración 5 - Viviendas Riosucio - Chocó.*

*Fuente: Fondo de adaptación.*

Ejemplo de los primeros asentamientos colombianos, localizado en las regiones de Boyacá y la sabana cundiboyacense<sup>28</sup>, donde se comienzan a utilizar materiales extraídos directamente de la tierra. Estos materiales fueron transformados en adobe que, se ajustaban a los modelos estructurales de sismo resistencia, acústica, y confort conforme a las necesidades de la época, ejemplos desarrollados a lo largo de la geografía suramericana en países como argentina, Perú, Chile y Brasil<sup>29</sup>. Con el transcurrir del tiempo la mezcla de materiales incluirá la madera, cuya característica estructural dio pie para la construcción de viviendas de dos o más pisos<sup>30</sup>. También podemos comparar este proceso de construcción con los sistemas implementados en Europa y los países escandinavos<sup>31</sup>, donde las viviendas eran pensadas de acuerdo con las condiciones climáticas, su accesibilidad y la geografía de montaña. La mayoría de estas construcciones con madera, un material que por sus condiciones isotérmicas aumenta el grado de confort interior de la vivienda, se podría decir que la madera como material principal en construcciones de unidades

---

<sup>28</sup> Sánchez Clara Eugenia. Arquitectura de la vivienda vernácula colombiana en adobe y su relación con la norma sismo resistente.

Internet: <https://www.habitatierra.com/web/IMG/pdf/Artadobesismo2005.pdf>

<sup>29</sup> Revista Universum No. 29, Volumen.1, I sem, pp.85-106.

Internet: [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_serial&pid=0718-2376&lng=es&nrm=iso](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_serial&pid=0718-2376&lng=es&nrm=iso)

<sup>30</sup> Vélez, Simón. Actualidad y futuro de la arquitectura de bambú en Colombia". Trabajo de grado Doctorado en construcción, restauración y rehabilitación arquitectónica. Barcelona. Universidad de Cataluña, Departamento construcciones arquitectónicas.

<sup>31</sup> Instituto para la investigación de la construcción de Noruega (NBI).

de vivienda está respaldado históricamente y, claro es importante notar que todavía se usa este material en construcciones.



*Ilustración 6 Casa norsk folkemuseum. Noruega año 1800.*

*Fuente: Gunnarsjaa, Arne (2006). Norges arkitekturhistorie (en norwegian bokmål).*

La evolución de las tecnologías de construcción y los giros importantes en cuanto a la implementación de materiales manufacturados, sin un análisis más profundo que generan ciclos de vida contaminantes perjudiciales al Medio Ambiente, influyen negativamente en el desarrollo de zonas rurales. Muchas veces hay una creencia equivocada de que el uso de nuevas tecnologías acerca a una comunidad a mejores condiciones de vida, aun cuando muchas de estas y los materiales que se usan sean perjudiciales para el entorno. En España vemos un país vanguardista en el

manejo de construcciones amigables con el medio ambiente, con características de autosostenibilidad. España ha comenzado a retomar el uso de madera como material importante en el desarrollo de grandes proyectos mediante la industrialización y optimización en los procesos de producción y montaje<sup>32</sup>. Gracias a lo anterior se ha demostrado un crecimiento en la economía hasta del 30% – comparado con la construcción de viviendas construidas en ladrillo y concreto—. El aporte favorable del uso de la madera se hace todavía más evidente si se tienen en cuenta factores como el Control de calidad, facilidad del montaje, flexibilidad y reutilización de materiales<sup>33</sup>.



*Ilustración 7- Construcción del proyecto – Puerto Nariño. Amazonas.*

*Fuente: Fondo de Adaptación*

<sup>32</sup> AFCCM. Asociación de Fabricantes y Constructores de Casas en Madera en España.

<sup>33</sup> Romero Vásquez, Antonio José. Estudio sobre la construcción de viviendas de madera por el sistema de entramado ligero. Trabajo de grado Ingeniería de edificación. Cartagena. Universidad Politécnica de Cartagena. Escuela Técnica Superior de Arquitectura y edificación. 221 p.

Además de registrar la historia y evolución de la vivienda construida en madera, es importante contar con un inventario de las especies nativas en Colombia, llegando a cuantificar aproximadamente 75 especies de árboles<sup>34</sup>. Un conocimiento profundo de las especies será necesario para identificar que tan resinosa es la madera, por ejemplo, para poder escoger los materiales apropiadamente. Dada la importancia de la madera en este proyecto, será necesario un especialista que pueda dar cuenta de los múltiples requerimientos para el tratamiento, corte, ensamble y aprovechamiento de la madera. Países como Venezuela<sup>35</sup>, Brasil y Chile han experimentado desastres similares al de la Niña en Colombia. Estos países han implementado soluciones de vivienda de interés social construidas en madera, dando así soluciones a temas de topografía, vulnerabilidad e incluso económicos con efectos favorables superiores a los que comúnmente genera un tipo de construcción en ladrillo y concreto. Importante destacar la negociación que viene adelantando el gobierno colombiano con el gobierno chino para la compra de soluciones de vivienda en madera que independiente de ser ofrecidas a un costo

---

<sup>34</sup> Bello Rudy, Vargas Lupita, Valverde Juan, Camacho Diego, Salas Cynthia. Evaluación de la calidad de madera en viviendas de interés social en Costa Rica. Internet: (<http://cfores.upr.edu.cu/index.php/cfores/article/view/489>) 2020.

Lupita Vargas, Juan Carlos Valverde, Diego Camacho, Cynthia Salas. Vol.8, Num.1 (2020).

<sup>35</sup> Trejo Jhonattan, Márquez Argelis, Ninin Jeandrain Pablo, Contreras Miranda Wilver, Styles Valero Will, Kifer Héctor. Estudio mecánico de paneles estructurales en madera de pino caribe venezolano. Revista Ecodiseño & sostenibilidad. num 8. 2016.

demasiado alto, se evidencia la viabilidad con este tipo de material<sup>36</sup>. Este tipo de proyectos deben ser complementados con soluciones energéticas con enfoques amigables medioambientalmente, tal como funciona, por ejemplo, el proyecto energético fotovoltaico en Puerto Alegría Amazonas<sup>37</sup>, donde se desarrolla una granja solar autosostenible.



*Ilustración 8 - Construcción del proyecto – Puerto Nariño. Amazonas.*

*Fuente: Fondo de Adaptación*

El planteamiento propuesto para este proyecto se deriva de modelos y conceptos desarrollados por fundaciones experimentales, pioneras en la implementación de

<sup>36</sup> Carrillo Cristian. Revista Pagina 12. Sección economía. Mayo 2017.

<sup>37</sup> Revista Dinero. China y Colombia llevan energía sostenible al Amazonas. Internet: <https://www.dinero.com/empresas/confidencias-on-line/articulo/amazonas-cuenta-con-sistema-de-energia-sostenible/250311> 2017.

tecnologías para la generación de energías sostenibles. No es desacertado decir que, en un futuro, con la evolución de los estudios en nivel Colombia,<sup>38</sup> estas fundaciones en conjunto con el desarrollo de esta clase de proyectos, seguirán sumando condiciones de favorabilidad a las regiones más vulnerables del territorio nacional.

Países suramericanos como argentina y Perú han desarrollado proyectos de mucha similitud con el que propone el presente estudio, donde se fijan porcentajes para la reducción en el consumo de energía, mejoras en la condición de habitabilidad y topes en el valor de fabricación de los módulos respecto al valor establecido por el ministerio de vivienda, que dan una posibilidad de aceptación mayor respecto a otras propuestas arquitectónicas y modelos que se ofrecen de forma equivocada en el medio.

---

<sup>38</sup> San Juan Gustavo Alberto, Discoli Carlos Alberto, Viegas Graciela Melisa, Ferreyro Carlos Rodríguez, Lucas Gastón, Dicroce Luciano, Esparza Jessica, Barros María Victoria. Revista energías renovables y medio ambiente; Vol 34.” Internet: (<https://merlinuxdigsas.blogspot.com/2017/06/10-inventos-originales-desarrollados-en.html>) 2017.





*Ilustración 9 - Implantación proyecto Puerto Nariño - Amazonas.*

*Fuente: Fondo de Adaptación.*

## 4. METODOLOGÍA

Se plantea el Módulo de Vivienda de Interés Social Rural Autosostenible como un sistema modular, que ofrece versatilidad en el diseño de las viviendas, dando posibilidad de reducir o ampliar espacios dependiendo de la necesidad del cliente o interesado. El hecho de que el modelo propuesto cuente con las instalaciones eléctricas e Hidrosanitarias adosadas a los paneles que hacen las veces de envolvente de la vivienda, es una ventaja que se ve traducida a nivel de tiempos y costos; objetivos primordiales en un modelo empresarial<sup>39</sup> favoreciendo los procesos de montaje y reduciendo el valor de la mano de obra.

Este proyecto está planificado para ser desarrollado en cuatro fases, las cuales se describen a continuación:

### 4.1. FASES DEL TRABAJO DE GRADO

#### FASE I. INVESTIGACIÓN

Determinación sobrecostos y necesidades adicionales en cuanto a servicios:

A. Las principales determinantes que se tuvieron en cuenta para establecer los

---

<sup>39</sup> Godoy Daniel, Baño Vanesa 4to Congreso Latinoamericano de Estructuras de Maderas. Viabilidad Técnico- Económica de Viviendas de Interés Social con Paneles CLT de Pino Uruguayo.

sobrecostos del proyecto son:

- Transporte y suministro de materiales.
- Desperdicios en materiales.
- Mano de obra.

Se llevó a cabo una evaluación técnica y económica para plantear un proceso industrializado para la fabricación modular, buscando reducir de manera significativa el desperdicio y aumentando la calidad del producto.

B. Se evaluaron las tecnologías cuyo enfoque fue mejorar los servicios básicos de energía y suministro de agua para crear un modelo integral que supliera las principales necesidades del usuario.

C. Se evaluaron los sistemas de construcción tradicionales, que son implementados en diferentes proyectos de vivienda de interés social. Esto con el fin de definir, cuáles son los materiales más favorables para el proyecto en términos de:

- Material renovable y reutilizable.
- Material no contaminante.
- Material con condiciones isotérmicas favorables.
- Facilidad de transporte y manipulación.

## FASE II. DISEÑO.

Una vez evaluados los factores que podrían generar sobrecostos y, también, las ventajas de ciertos materiales escogidos, se procedió a realizar el diseño arquitectónico, estructural, eléctrico e hidrosanitario, ajustados a la normatividad – conforme a lo expuesto en el marco legal referido en este mismo documento–, obteniendo como resultado el diseño del Módulo de Vivienda de Interés Social Rural Autosostenible.

## FASE III. DEFINICIÓN DEL ALCANCE:

La dirección del proyecto está conformada por un arquitecto y un ingeniero, quienes se encargan de la gestión técnica y comercial, identificando grupos de interesados, tales como, alcaldías municipales, el Fondo de Adaptación, Ministerio de Vivienda, Caja de Vivienda Popular –entidades cuyo enfoque son los programas de vivienda de interés social.

Inicialmente se identificó el personal que dirige el proyecto, los encargados de la etapa de diseño, los interesados, los objetivos del proyecto, los materiales a utilizar y el proceso constructivo.

Se determinó el valor presente neto<sup>40</sup> (VPN), conforme a las proyecciones en ventas y costos de fabricación.

#### FASE IV. ANÁLISIS DE COSTOS.

Una vez realizado el diseño del Módulo de Vivienda de Interés Social Rural Autosostenible, se procedió a desarrollar una invitación a cotizar, en la cual, se describieron, el objeto del contrato, las especificaciones técnicas, los materiales y el tiempo de entrega. Este último se hizo, con el fin de recibir diferentes propuestas económicas de las empresas invitadas y así obtener el estudio de los precios del mercado. Adicionalmente, se desglosaron las actividades que corresponden a los capítulos que conforman nuestro proyecto, identificando tres grupos o capítulos importantes así. Primero, las instalaciones eléctricas, instalaciones hidrosanitarias y aparatos especiales. Segundo, las actividades que conforman el paquete general de suministro. Tercero, establecer las posibles relaciones entre las actividades y las subactividades a manera de *Crashing*, con lo cual se puede reducir tiempos de fabricación y/o montaje. Así, pues, de esta forma se cotizarán los materiales, para evaluación de costos de la vivienda y los tiempos de la producción de una unidad.

---

<sup>40</sup> Castro Tato Manuel. Economía y desarrollo. No1/Volumen 128/ Enero. Jun 2001.

#### 4.2. INSTRUMENTOS O HERRAMIENTAS UTILIZADAS

Para el desarrollo de los diseños se utilizó el software de *AutoCAD* para la elaboración de planos arquitectónicos, eléctricos e hidrosanitarios, complementado con el programa *Excel*, para la realización de cálculos y presupuestos. Para el seguimiento de los cronogramas, tanto de fabricación como de entrega, se utilizará el programa de *Project*, el cual se enfoca únicamente a la medición de tiempos que, finalmente se traducen en porcentajes de ejecución.

#### 4.3. POBLACIÓN Y MUESTRA ASOCIADA A LA INVESTIGACIÓN

La mayoría de los proyectos de vivienda de interés social (VIS) o vivienda de interés prioritario (VIP), en su fase de reconocimiento, realizan evaluaciones de tipo social con la población, en las cuales, se presenta de manera preliminar el tipo de proyecto, materiales e implantación, para la aceptación de las comunidades.

Producto de esta evaluación preliminar, surge el interés y aceptación de cada uno de los proyectos a lo largo de la geografía colombiana; factor importante, si se tienen en cuenta las características y materiales propuestos para el MVRA.

#### 4.4. ALCANCES Y LIMITACIONES DE LA TESIS

El resultado final de nuestro estudio corresponde a un modelo de negocio que, reconoce las necesidades de vivienda a nivel rural, conforme al caso de estudio que se tomó como base para desarrollar y mejorar las condiciones de la vivienda. Adicionalmente, se promueve un modelo de negocio que, ofrecerá los márgenes de utilidad correspondientes a la evaluación financiera realizada.

Para efecto del presente trabajo, solo se identifica un diseño tipo de vivienda, que a futuro podrá ser modificado con el fin de promover uno nuevo.

#### 4.5. CRONOGRAMA DE LA INVESTIGACIÓN

A continuación, se presenta el cronograma de investigación del presente proyecto.

<b>Contiene: Cronograma fase investigativa.</b>						<b>Proyecto: Modelo de comercialización</b>						
<b>Fecha: Febrero- 2020 - noviembre 2020</b>						<b>Modulo Vivienda Interés Social Rural Auto</b>						
	<b>SEMESTRE 1</b>						<b>SEMESTRE 2</b>					
<b>FASES DEL TRABAJO DE GRADO</b>	<b>M-1</b>	<b>M-2</b>	<b>M-3</b>	<b>M-4</b>	<b>M-5</b>	<b>M-6</b>	<b>M-7</b>	<b>M-8</b>	<b>M-9</b>	<b>M-10</b>	<b>M-11</b>	<b>M-12</b>
<b>Inicio</b>		+										
Fase de Investigación												
Fase de Diseño												
Análisis de Costos												
Definición del Alcance												
Presupuesto de la Investigación												
<b>Fin</b>												+
<b>NOTA:</b> Se incluyen únicamente los tiempos empleados en cada una de las fases investigativas. La proyección de comercialización se incluye en el cuadro de evaluación financiera.												

*Tabla 4 Cronograma de investigación del presente proyecto.*

*Fuente: Elaboración propia.*

#### 4.6. PRESUPUESTO DE INVESTIGACIÓN

En la siguiente tabla se presentan los costos para la ejecución del presente proyecto en su etapa de metodología e investigación.

PRESUPUESTO FASE DE INVESTIGACIÓN					
Proyecto: MODELO DE COMERCIALIZACIÓN MODULO DE VIVIENDA DE INTERES SOCIAL RURAL AUTOSOSTENIBLE MVRA.					
ETAPA DE METODOLOGÍA					
ÍTEM.	DESCRIPCIÓN	UND.	CANT.	VLR/UNIT.	VLR/TOTAL.
<b>1.</b>	<b>Equipos e Insumos</b>				
1.1	Computador portátil	Hr.	150	\$ 7.000,00	\$ 1.050.000,00
1.2	Servicios energía	Glb.	1	\$ 220.000,00	\$ 220.000,00
1.3	Gastos de papelería	Glb.	1	\$ 120.000,00	\$ 120.000,00
<b>2.</b>	<b>Personal Administrativo</b>				
2.1	Arquitecto y/o Ingeniero	Hr.	120	\$ 30.000,00	\$ 3.600.000,00
2.2	Ing. Hidrosanitario	Hr.	30	\$ 25.000,00	\$ 750.000,00
2.3	Ing. Eléctrico	Hr.	25	\$ 25.000,00	\$ 625.000,00
2.4	Dibujante	Hr.	10	\$ 15.000,00	\$ 150.000,00
2.5	Corrector de estilo	Hr.	20	\$ 30.000,00	\$ 600.000,00
2.6	Asesor de proyecto	Hr.	65	\$ 50.000,00	\$ 3.250.000,00
	<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>				<b>\$ 10.365.000,00</b>
	<b>COSTO INDIRECTO A.I.U. 20%</b>				<b>\$ 2.073.000,00</b>
	<b>COSTO TOTAL</b>				<b>\$ 12.438.000,00</b>

*Tabla 5- Presupuesto para el desarrollo etapa de metodología proyecto de grado.*

*Fuente: Elaboración propia*



## 5. PRODUCTOS A ENTREGAR

La fase de investigación concluye con la evaluación técnica, económica y de tiempos para la fabricación y comercialización del módulo de vivienda de interés social rural autosostenible MVRA; enfocada a la participación en múltiples procesos licitatorios, ante las diferentes entidades estatales, encargadas de desarrollar este tipo de proyectos, cuyo destinatario final ha de ser la comunidad.

Este estudio recopila los diseños realizados por los especialistas arquitecto, ing. eléctrico, ing. hidrosanitario, quienes, basados en el estudio de Puerto Nariño, diseñaron un modelo base para el MVRA. Resultado de estudio, se presenta el modelo arquitectónico, con sus respectivos cortes, fachadas, para la modulación y posterior fabricación. Diseño complementado con las memorias de cálculo eléctrico del sistema de paneles fotovoltaicos para la generación de energía transformada. Esta información hará parte del anexo No.1 Planos y memorias del presente estudio.

De igual forma se incluye, la invitación a cotizar del MVRA, las propuestas de subcontratistas – cotizaciones, y el cuadro de evaluación financiera del proyecto.

## 6. DESARROLLO Y RESULTADOS

El presente estudio plantea el modelo de negocio para comercializar el MVRA, como un sistema modular que, ofrece versatilidad en el diseño de las viviendas, dando la posibilidad de reducir o ampliar espacios dependiendo de la necesidad del usuario final.

Como ventaja adicional, este modelo cuenta, con las instalaciones eléctricas e hidrosanitarias adosadas a los paneles que hacen las veces de envolvente de la vivienda, reduciendo así, tiempo y costos; objetivos primordiales de este proyecto,<sup>41</sup> favoreciendo los procesos de montaje y reduciendo el valor de la mano de obra.

Este proyecto se desarrolló en las siguientes cuatro fases:

### 6.1. FASE I. INVESTIGACIÓN

Partiendo del modelo propuesto para el proyecto de vivienda en el municipio de Puerto Nariño – Amazonas, y basados en el proceso constructivo de las unidades correspondientes, se busca que, de manera alternativa se conjuguen las energías y recursos tradicionales con energías renovables, para así optimizar los recursos y reducir los costos a nivel del usuario final.

---

<sup>41</sup> Godoy Daniel, Baño Vanesa 4to Congreso Latinoamericano de Estructuras de Maderas. Viabilidad Técnico- Económica de Viviendas de Interés Social con Paneles CLT de Pino Uruguayo.

### 6.1.1. POSIBLE COBERTURA DEL MVRA

El Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, pondrá en marcha el nuevo Plan Nacional de Construcción y Mejoramiento de Vivienda Social Rural,<sup>42</sup> así: Vivienda nueva con un área de 55 metros cuadrados y con subsidio para construcción de vivienda incrementando hasta en 60 SMMLV y para mejoramiento subió a 22 SMMLV.

Con el Decreto 890 expedido por el Gobierno Nacional, se beneficiará a la población campesina más vulnerable, enmarcado en el punto uno del Acuerdo de Paz sobre Reforma Rural Integral, entregando subsidios para la construcción o mejoramiento exclusivamente a población en pobreza extrema, víctimas, beneficiarios del plan de distribución de tierras y mujeres cabeza de familia. Los montos podrán cubrir hasta la totalidad de la solución de vivienda y se fijarán atendiendo los requerimientos en cada región.

En cuanto al costo fiscal que genere la política de vivienda rural y el plan de construcción y mejoramiento, éste guardará concordancia con la disponibilidad presupuestal; así mismo, se ha previsto que el 20% de los recursos provenientes

---

<sup>42</sup> Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural MADR. En marcha nuevo plan de vivienda rural para población vulnerable. 7 de noviembre de 2020

de las inversiones de Finagro se destinen para proporcionarle un techo digno para las familias campesinas.

Para conservar el principio de vivienda rural digna, el Ministerio de Agricultura promoverá la construcción del nuevo modelo más amplio, cómodo y apto para la convivencia familiar, que contiene:

MODELO ANTES	MODELO RENOVADO
Área mínima: 36 m2	Área mínima: 55 m2
Valor en SMMLV: 24 a 27	Valor en SMMLV: 55 a 60
Tiempo total de ejecución: 22 meses	Tiempo total de ejecución: 14 meses
Tiempo de la obra: 12 meses	Tiempo de obra: 3 meses
Tipo de obra: obra negra	Tipo de obra: acabado
Habitaciones: 2	Habitaciones: 3
Cuarto de herramientas: No	Cuarto de herramientas: SI
Acabados: No	Acabados: SI

*Tabla 6. Propuesta Modelo de Vivienda Social Rural. 7 de noviembre de 2020.*

*Fuente - El Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural MADR*

Por otra parte, es importante tener en cuenta que, en el período 2.000-2.011 se adjudicaron cerca de 124 mil viviendas, las cuales equivalen a menos del 7% del

déficit habitacional en lo rural. A este ritmo —y asumiendo que el déficit es constante en el tiempo— tomaría cerca de 143 años y alrededor de 30 billones de pesos suplir el déficit de vivienda rural de Colombia.

De acuerdo con las estadísticas del DANE<sup>43</sup> cada año se conforman alrededor de 25 mil nuevos hogares en el área rural y se puede estimar que sean cerca de 50 mil en 2.035. Por lo tanto, si el Estado no entrega ninguna vivienda en el área rural y la gente no cuenta con la capacidad económica de adquirir o mejorar la suya, el déficit de vivienda pasaría del 59,7 % al 69,1 % y de 1,6 millones a 2,5 millones de hogares sin una vivienda digna o, como ha venido sucediendo, las familias migrarían a las ciudades y cabeceras en búsqueda de mejores condiciones de vida, acelerando la urbanización y el despoblamiento del campo. De las diferentes proyecciones dadas por el DANE, se obtiene un promedio de unidades de vivienda por cubrir de 12.500 unidades por año, en las diferentes zonas del país; promedio cuya tendencia de crecimiento anual es de, un 5% hasta 2035. Proyección esta que da un margen de probabilidad para la comercialización del MVRA.

### 6.1.2. DEFINICIÓN DE MATERIALES

Una vez evaluados los diferentes materiales (bloque, concreto y madera), los cuales se presentan de manera regular en este tipo de proyectos, nos condujo a escoger

---

<sup>43</sup>Contexto Ganadero, similitudes en proyectos de vivienda rural por el Ministerio de Agricultura.

la madera como el material óptimo para el proyecto, por las características que se describen a continuación:

- La madera como insumo principal en el proceso de fabricación e industrialización representa una producción a más bajo costo.



*Ilustración 10 – Casas prefabricadas de entramado ligero en madera.*

*Fuente: casascarbonelles.*

- Es un material con el cual se mitiga el impacto ambiental, ya que ofrece la posibilidad que, mediante la implementación de cultivos se reduzca la deforestación y se prolongue el ciclo de vida del material.
- Es un material de fácil adaptabilidad a las condiciones de clima en el país.
- La utilización de la madera en el MVRA, ofrece múltiples beneficios, por su buen desempeño térmico y acústico, y la necesidad de poca energía para su

producción, transporte e instalación, lo que conlleva una menor emisión de gases de efecto invernadero.

- La madera puede reducir la huella de carbono, ya que, al provenir de los árboles, retiene CO<sub>2</sub> durante su ciclo de vida, aliviando a la atmósfera en la reducción de dióxido de carbono, evitando así el cambio climático<sup>44</sup>.
- El proceso de montaje del MVRA in situ, requiere de mano de obra no calificada, con lo que de manera paralela se pueden generar programas comunitarios de construcción de viviendas propias.

Así las cosas, la madera no requiere de insumos complementarios para transformarse en el producto final, diferente a los demás materiales que, dependiendo de los procesos constructivos, siempre requerirán de sub productos para verse complementados, casos concretos, mamposterías. Siendo estos los más comúnmente ofrecidos en este tipo de proyectos; tal como refiere el siguiente cuadro, donde se muestran las posibles fases de contaminación durante el proceso de construcción y/o fabricación<sup>45</sup>.

---

<sup>44</sup> Raquel Lop. Materiales y huella de carbono: el papel de la madera para retener las emisiones de co<sub>2</sub>. Revista Madera 21 de Corma

<sup>45</sup> Instituto Superior del Medio Ambiente ICM. Análisis Ciclo de Vida Software Sima Pro.

ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA DE LOS MATERIALES		Bloque/ Ladrillo		Concreto estructural		Madera		Observaciones
		Cumple con condiciones amigables al medio ambiente						
		S	N	S	N	S	N	
Adquisición de las materias primas para la elaboración de un producto		X		X		X		Se toma como base las distancias de donde inicia el proceso de cada uno de los insumos del producto.
Proceso de fabricación			X		X	X		Grados de contaminación durante el proceso de fabricación.
Distribución y transporte			X		X		X	Se toma como base el peso de los materiales/km.
Uso, Reutilización y Mantenimiento			X		X	X		Ventajas de cada material en los procesos constructivos
Reciclaje			X		X	X		Reutilización del material y cómo asegura la permanencia del producto.
APLICACIÓN	ANÁLISIS Y VALORACIÓN							
Minimización de residuos	Cambios de materias primas		X		X	X		Refiere a los procesos de producción y construcción
	Modificación de equipos	X			X		X	Alternativas de industrialización y minimización de costos
	Nuevas tecnologías de procesos		X		X	X		Posibilidades de implementar otros procesos con el producto tanto en fabricación como construcción.
	Tecnologías limpias		X		X	X		Generación de CO2 y materias contaminantes
Diseño de productos	Nuevos materiales		X		X	X		
	Nuevos procesos de fabricación		X		X	X		Evolución de los procesos y mejoramiento de las tecnologías
	Nuevas características de uso		X		X	X		Versatilidad del producto y reducción de contaminación
	Nueva presentación	X			X	X		Utilización del producto en diferentes áreas del proyecto, con posibilidad de generalizar el proceso.



ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA DE LOS MATERIALES		Bloque/ Ladrillo		Concreto estructural		Madera		Observaciones
		Cumple con condiciones amigables al medio ambiente						
		S	N	S	N	S	N	
	Ecoetiqueta		X		X	X		Certificación ambiental de los productos garantizando el CV.
Proyectos y Procesos	Características propias	X		X		X		Estructura, acabado, versatilidad y sostenibilidad
	Alternativas		X		X	X		Utilidad aplicación en los diferentes procesos constructivos.
	Opciones de mejora		X		X	X		Reducción de los factores contaminantes y más aceptación en la comunidad.
Materias Primas	Opciones de mejora		X		X	X		Mayor utilización del producto por las condiciones medio ambientales y mayor agilidad en los procesos constructivos.
	Cambios de Fabricación	X		X		X		Incentivar procesos de industrialización.
	Cambios de uso		X		X	X		Aplicar el uso de material en otros tipos de procesos.
	Nuevos combustibles		X		X	X		Evitar la producción a base de energías generadas con productos fósiles.
RESULTADO MENOR IMPACTO AL MEDIO AMBIENTE						X		

*Tabla 7 - Análisis del ciclo de vida de los materiales.*

*Fuente. Elaboración propia a partir de software SimaPro.*

Al referirnos a los procesos de transformación de estos insumos vemos que, durante su ciclo de vida, se va incrementando la huella de carbono ya que, regularmente desde el mismo proceso de explotación, se generan partículas

contaminantes que afectan la capa de ozono, con las implicaciones por todos conocidas como son el calentamiento global y la baja calidad del aire.

### 6.1.3. ANÁLISIS METEOROLÓGICO:

En el estudio denominado, Informe análisis compuesto según el índice ENSO ONI, para la temperatura media trimestral de Colombia<sup>46</sup>- Grupo de Modelamiento de Tiempo, Clima y Escenarios de Cambio Climático Subdirección de Meteorología – IDEAM, cuyo estudio abarco 331 estaciones meteorológicas a todo lo largo de la geografía colombiana proporcionadas por el IDEAM, cumpliendo con un mínimo de extensión de registro de treinta años, recomendado por la Organización Mundial de Meteorología, para obtener datos confiables, utilizando el método de interpolación de datos, siendo este el más complejo pero el más exacto a la hora de entregar resultados, en estos análisis se desarrollaron métodos de probabilidad de alteración de temperatura, dividiendo el periodo principal en seis trimestres para evidenciar en cada uno de ellos y con las posibles incidencias de fenómenos como el del niño y la niña, los comportamientos del clima para las diferentes regiones del país.

---

<sup>46</sup> Informe análisis compuesto según enso oni, para la temperatura media trimestral de Colombia. Arango C; Dorado J; Guzman D; Ruiz J; Grupo modelamiento de tiempo, clima y escenarios de cambio climático.

Producto de estos análisis en condiciones del fenómeno de la niña, se presentaron probabilidades de disminución de temperatura entre un 60% y 70%, equivalente a un grado de temperatura, tendencia marcada hacia el final del año.

Si se toma como base el fenómeno del niño, la temperatura media se ve más afectada sobre los primeros trimestres del año, más que todo en las regiones de la amazonia y la Orinoquia con una tendencia de aumento del 50%.

Para nuestro caso de estudio, y conforme al mapa de temperaturas presentado a continuación<sup>47</sup>, se observa un predominio de temperaturas entre los 20°C y 28°C, los cuales se toman como base para la posible implementación del modelo MVRA.

---

<sup>47</sup> Atlas Climatológico de Colombia 1981-2020 -IDEAM. [Atlas.ideam.co/visorAtlasClimatologico.html](http://Atlas.ideam.co/visorAtlasClimatologico.html)

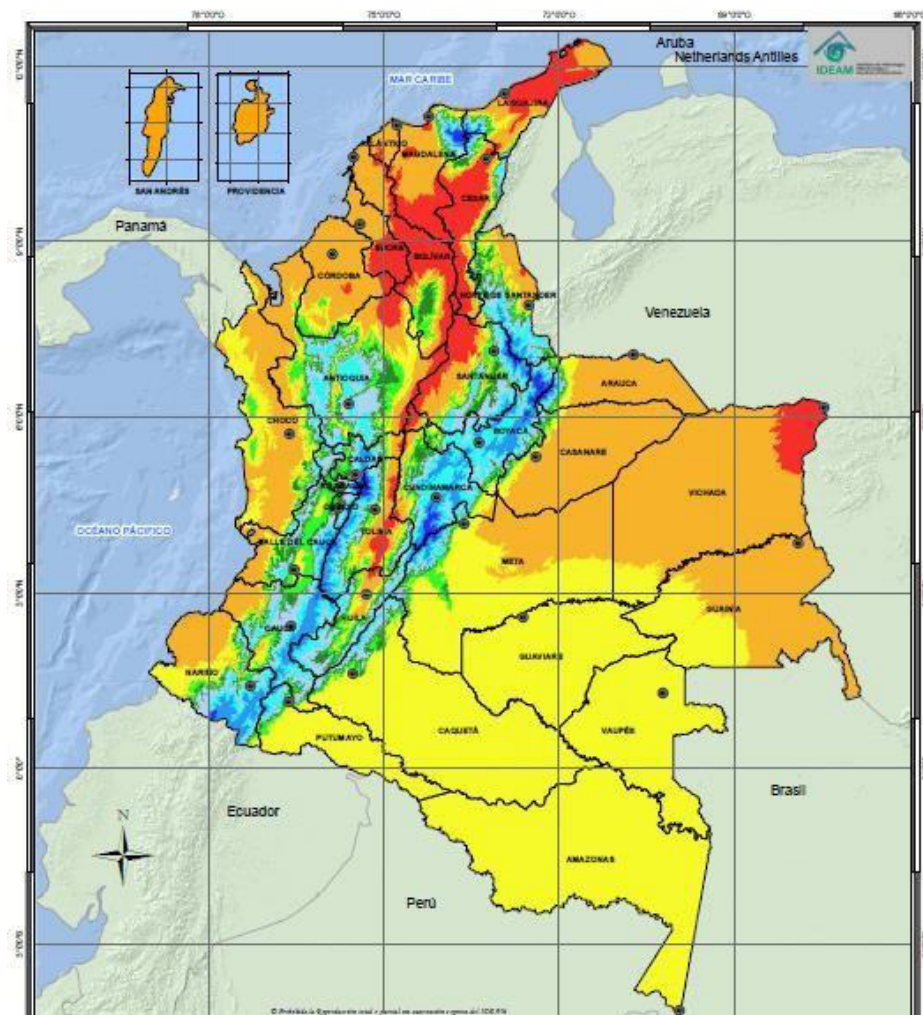


Ilustración 11 – Distribución De La Temperatura Media Anual (°C). Promedio Multianual 1981 – 2010. República De Colombia 2014

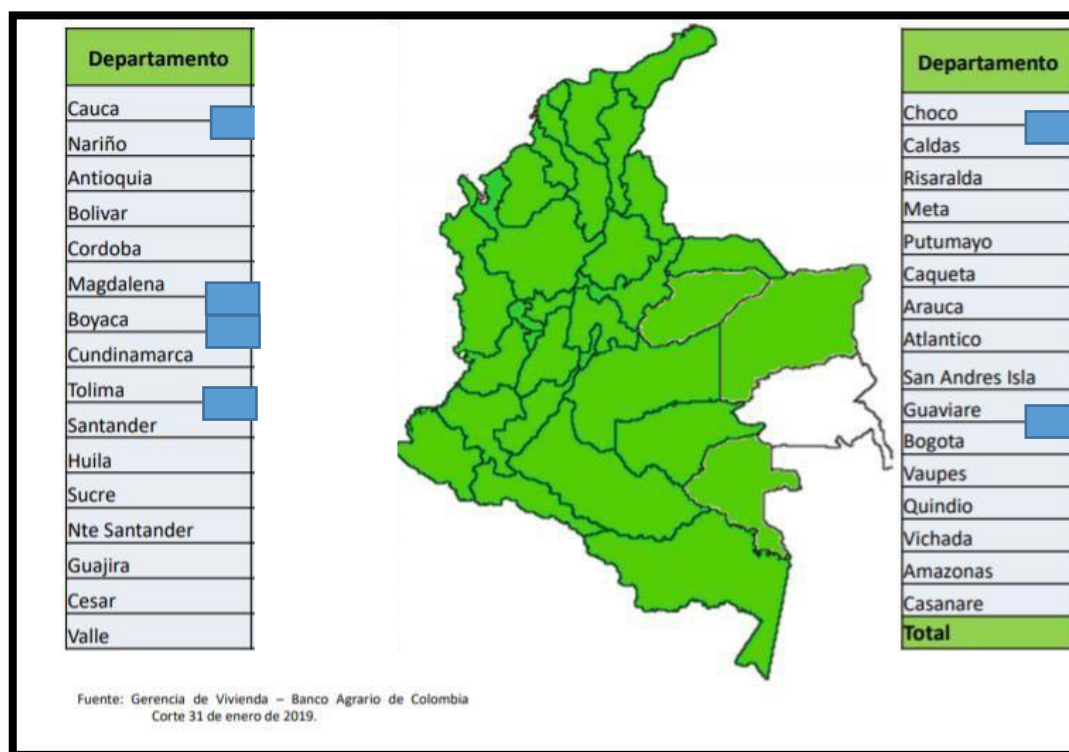
Fuente: Instituto De Hidrología, Meteorología Y Estudios Ambientales - IDEAM.

El modelo MVRA en un 98% de su conformación es a base de madera, condición isotérmica que conserva una temperatura constante, logrando una mayor proyección a nivel de comercialización y posible cubrimiento hasta de un 70% de la geografía colombiana; lo anterior, conforme al mapa de temperaturas por departamentos presentado en la ilustración 11, porcentaje en el cual, se han tenido en cuenta condiciones de climas cálidos, óptimos para la utilización de este material.

#### 6.1.4. ZONAS DE IMPLEMENTACIÓN MVRA:

Tomando como base el mapa por departamentos incluido en la ilustración 12, se marcan en color azul, los departamentos que, de acuerdo a sus características meteorológicas no reúnen las condiciones óptimas para la implementación del MVRA. De ahí surge un porcentaje del 70% de un posible cubrimiento con el MVRA.

Al realizar una evaluación a todo lo largo de la geografía colombiana, se identifica que, un grupo importante de los departamentos poseen condiciones de clima similares, los cuales están dentro del 70% a implementar el MVRA.



*Ilustración 12 – Departamentos aplicables al MVRA*

*Fuente: Gerencia de Vivienda – Banco Agrario de Colombia.*

## 6.2. FASE II. DISEÑO.

Una vez evaluadas las ventajas del material escogido y ajustados los diseños arquitectónico, eléctrico e hidrosanitario, teniendo en cuenta la normatividad vigente –conforme a lo expuesto en el marco legal referido en este mismo documento–, obtuvimos como resultado el diseño del MVRA, tal como se muestra en los esquemas presentados en esta fase.

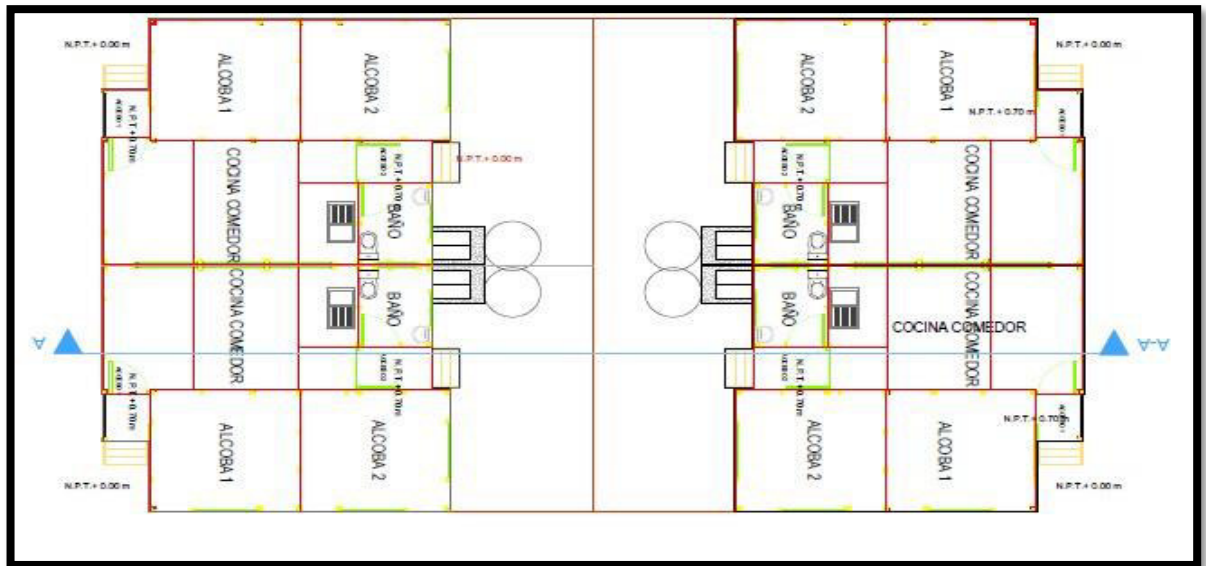
### 6.2.1. DISEÑO ARQUITECTÓNICO

El MVRA está conformado por cuatro unidades básicas de vivienda que, dan solución al mismo número de familias. Cada vivienda cuenta con un área de 50 m<sup>2</sup>, dando cumplimiento a la normatividad vigente, en cuanto a vivienda de interés prioritario se refiere, si se tiene en cuenta la proyección realizada por el Ministerio de Agricultura, respecto a las nuevas características y condiciones de las viviendas rurales en Colombia, tal como se describe en la tabla 4 – Propuesta modelo de vivienda social rural.

De acuerdo al modelo propuesto en el MRVA, cada unidad de vivienda cuenta con los siguientes espacios: zona social o múltiple, dos habitaciones, una cocineta, un baño, un área para lavadero. Programa que concuerda con lo propuesto por el Ministerio de Agricultura.

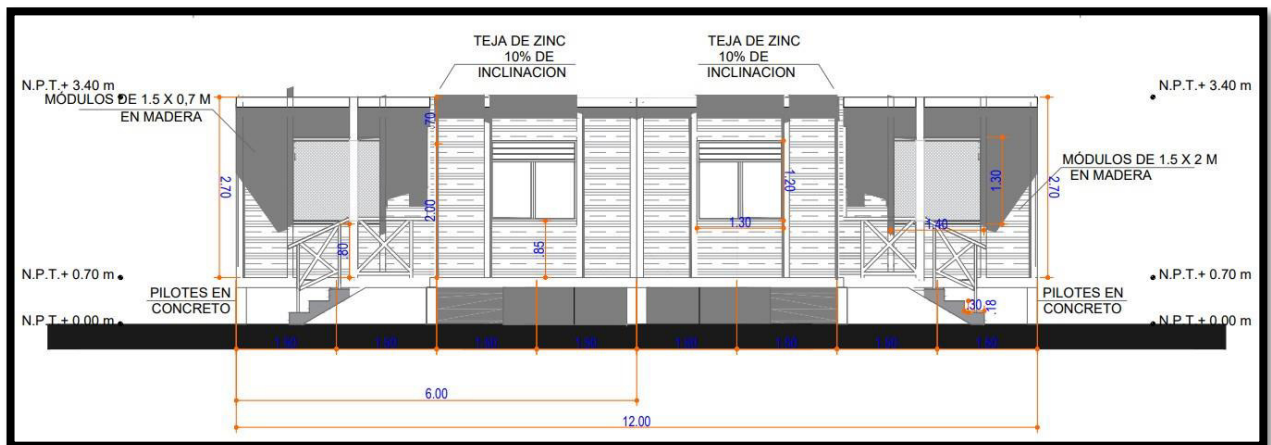
A continuación, se presenta la distribución arquitectónica de los espacios del MVRA, en planta y fachadas, que corresponden al planteamiento diseñado.

Planta General del MVRA (módulo de cuatro viviendas):



*Ilustración 13 – Planta general MVRA. Fuente: Elaboración propia.*

Alzado frontal MVRA:



*Ilustración 14 – Alzado frontal MVRA. Fuente: Elaboración propia.*



Alzado frontal detalle para una vivienda:

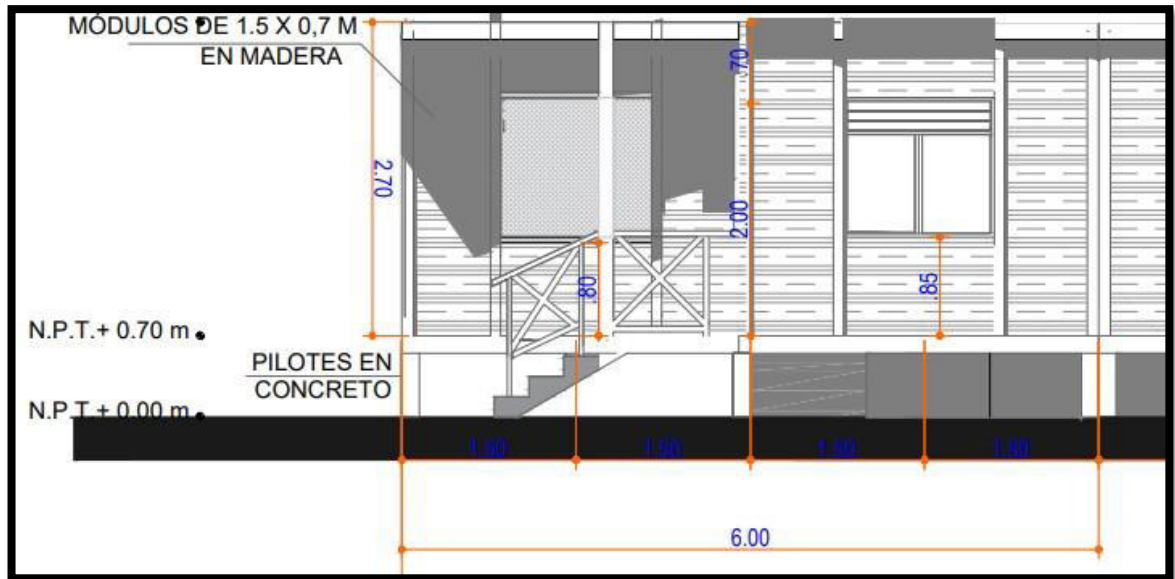


Ilustración 15 – Alzado frontal detalle para una vivienda. Fuente: Elaboración propia.

Fachada posterior del MVRA:

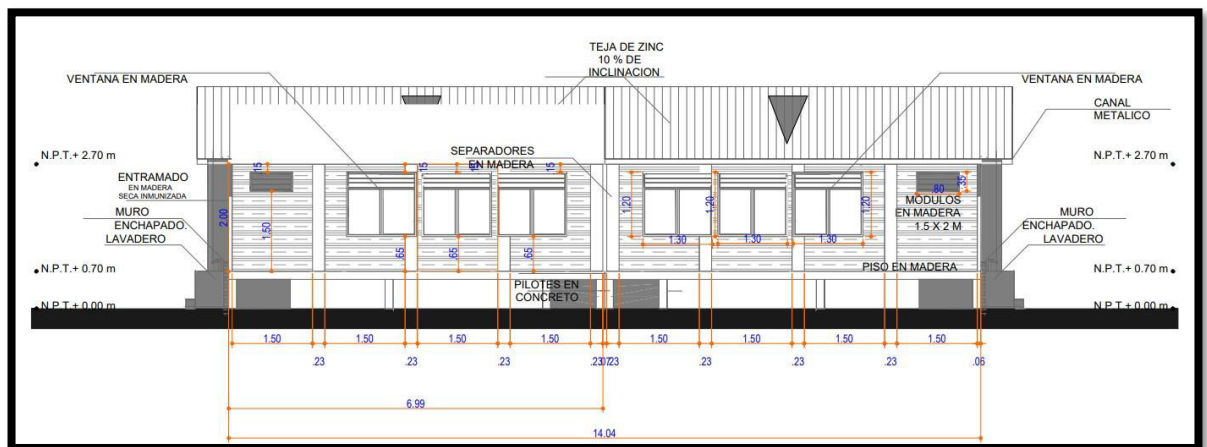
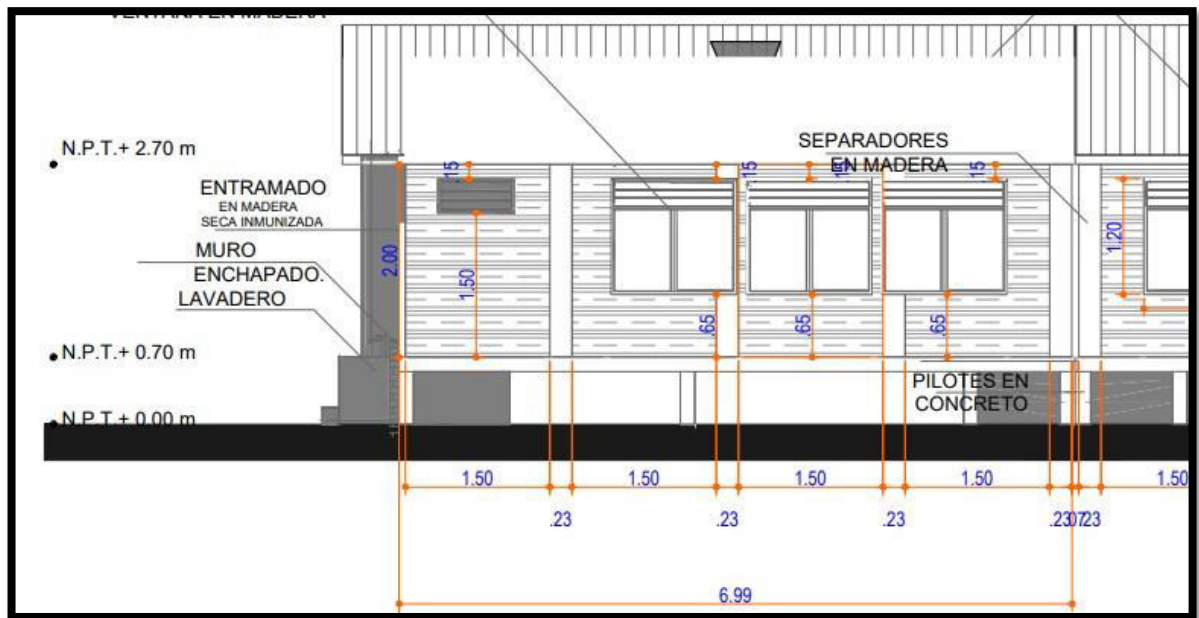


Ilustración 16 – Fachada posterior del MVRA. Fuente: Elaboración propia

Fachada posterior de una vivienda:



*Ilustración 17 – Fachada posterior de una vivienda. Fuente: Elaboración propia*

En el anexo No.1 Planos y memorias, se presentarán los planos de diseño arquitectónico.

El MVRA surge como respuesta a las condiciones climatológicas y geográficas del país, ya que la mayoría de las regiones presentan topografías similares con una predominancia de temperatura e idiosincrasia de la población rural, cuya adaptabilidad con el producto sugiere una gran aceptación.

Se ha tenido en cuenta y como complemento a la unidad de vivienda MVRA, ofrecer de manera alternativa la posibilidad de incluir un tipo de energía de punta que, sin ser novedosa, si ofrece una reducción a nivel de costo/ usuario y el mismo autoabastecimiento por algunas horas del día, basados en el estudio realizado por los mismos autores al proyecto de Puerto Nariño, el cual hace parte del anexo No.

1 Planos y memorias del presente estudio, así:

#### 6.2.2. DISEÑO ELÉCTRICO

Con referencia a la implementación de sistemas de energía renovable, es importante tener en cuenta que, el creciente costo económico y ambiental de los combustibles fósiles, ha promovido el desarrollo de fuentes renovables como alternativas energéticas; entre las cuales, con mayor potencial figura la energía solar, disponible en todo el mundo y catalogada como un recurso universal que no tiene costo.

Los componentes de este sistema incluyen módulos fotovoltaicos, los cuales se conocen comúnmente como paneles fotovoltaicos; una o más baterías; un regulador o controlador de carga para un sistema autónomo; un inversor para convertir energía solar de corriente continua (CC) a corriente alterna (CA).

Un módulo fotovoltaico consta de celdas fotovoltaicas individuales, y los módulos se agrupan en una matriz, permitiendo que los *fotones*, o partículas de luz, liberen los electrones de los átomos, generando un flujo de electricidad.

Para el dimensionamiento del sistema, se calculó como primera medida el consumo promedio de energía teórica, a partir del uso de la carga de los electrodomésticos e iluminación proyectada por día. A continuación, se muestra las tablas de elementos y sus consumos, la cual se calculó con la multiplicación de la potencia consumida por los distintos aparatos eléctricos, por el número de horas proyectadas de consumo.

Consumo electrodomésticos (día)			
Aparato	Horas	Energía	Total
Televisor	3	70 W	210 Wh
Nevera	8	195 W	1560 Wh
Varios	1	30 W	30 Wh
TOTAL			1800 Wh/d

*Tabla 8 - Consumo de electrodomésticos por día.*

*Fuente. Elaboración propia.*

Consumo por Iluminación (día)				
Tipo	Nº	Horas	Energía	Total
Led	6	3	18 W	324 Wh
TOTAL				324 Wh/d

*Tabla 9 - Consumo iluminación por día.*

*Fuente. Elaboración propia.*

De tal forma que, al realizar una operación aritmética de los watts hora por día de los dos consumos, se obtiene un total de energía teórica diaria de 2.124 WH/DIA.

Análisis que se presentará de manera técnica y detallada con sus respectivas memorias, en el anexo No.1 Planos y memorias.

Conclusiones de la evaluación:

- Según comparación elemento a elemento, se escogieron los equipos que mejor se adaptan a las necesidades de generación de energía para una casa de este tipo.
- La ventaja en la construcción del sistema de paneles solares es que, sin utilizar un gran espacio en los techos, se puede suplir toda la necesidad energética de cada hogar.
- Las emisiones de dióxido de carbono evitadas son un factor adicional que hace factible la instalación de este sistema, debido al movimiento mundial en pro de las energías verdes.
- Los equipos que fueron arrojados a partir del software calculation solar, fueron los de mejor adaptación en las condiciones del sistema, ya que este hace una relación entre los principales productos existentes en el mercado, la energía necesaria según las coordenadas de latitud y longitud, conforme a la ilustración siguiente, como modelo gráfico general de un sistema de energía fotovoltaica para una vivienda:



*Ilustración 18 – Modelo gráfico sistema fotovoltaico.*

*Fuente: Internet - girasolenergía.com*

En el anexo No.1 Planos y memorias, se presentarán las memorias de cálculo de diseño eléctrico.

De igual forma, con base en el estudio y diseño realizado por los autores, se plantea a nivel de recursos hidrosanitarios que, mediante la captación directa y reutilización de aguas lluvias, se mantenga el servicio de manera constante y a menor valor para el usuario final.

Importante tener en cuenta que, la implementación de estos recursos en el diseño, como solución alternativa a los servicios públicos básicos, hace parte de la

estrategia de comercialización del MVRA, buscando atender las necesidades de las comunidades a menor costo y de una manera más constante.

### 6.2.3. DISEÑO HIDRÁULICO

Partiendo de la propuesta arquitectónica y de implantación aprobada de manera previa para dar solución a la población indígena en Puerto Nariño, para la determinación de los consumos se utiliza el método de factor de simultaneidad, las perdidas por fricción se calculan con la fórmula de HAZEN-WILLIAMS.

El estudio tratara de buscar la forma directa de circular el agua lluvia captada directamente en las cubiertas de las unidades básicas de vivienda, las cuales una vez purificadas y tratadas se integran al servicio de lavaplatos, duchas, lavamanos como aguas limpias.

Posteriormente, este proceso se complementa con la transformación de estas aguas limpias a grises, al haber pasado por duchas, lavaplatos y lavamanos, siendo captadas en un depósito bajo la zona de ducha que, servirá para la descarga de sanitarios.

Resultado de estos procesos se busca que, la comunidad sea autosuficiente en la captación, uso y destino de los recursos hídricos, logrando así, un costo cero mensual y la independencia total con la entidad que administre el servicio.

El suministro del MVRA, tendrá su alimentación de la red externa mediante la bocatoma que atraviesa por el frente del predio, con conexión directa a la red interna.

A continuación, se presenta un esquema de funcionamiento básico del sistema de captación, tratamiento y almacenamiento de agua lluvia.



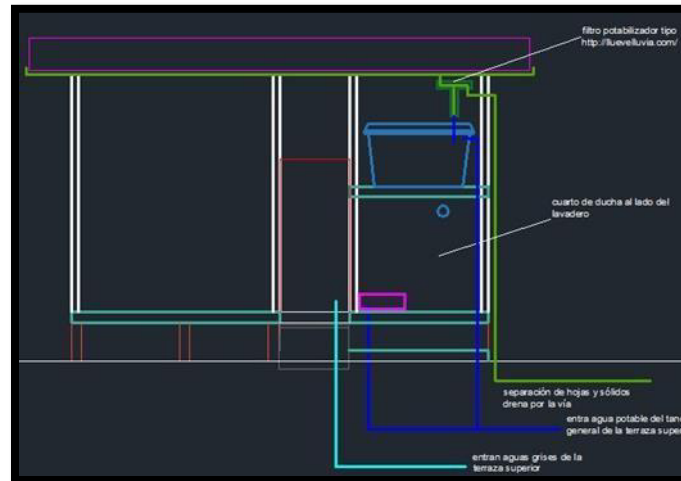
*Ilustración 19 – Sistema de captación de agua lluvia para usar como agua potable.*

*Fuente: Internet – ecoinventos.com*

Como se observa en la gráfica, el sistema consta de una canal horizontal que recoge de manera eficiente el agua lluvia, esta se procesa mediante un sistema de filtro



que, en dos fases decanta y purifica el líquido, para posteriormente depositarlo en el tanque de almacenamiento.



*Ilustración 20 – Funcionamiento del sistema en el MVRA.*

*Fuente: Elaboración propia*

Una vez purificada el agua, y ya en el tanque de almacenamiento, se distribuye a través de la red a puntos específicos que demandan esta calidad de agua, siendo estos, lavamanos, duchas y lavaplatos.

En el anexo No.1 planos y memorias, se presentarán las memorias de cálculo del diseño hidráulico.

### 6.3. FASE III. DEFINICIÓN DEL ALCANCE:

El modelo MVRA, ha sido diseñado cumpliendo con las condiciones de áreas y espacios requeridas inicialmente por el Ministerio de Vivienda y en la actualidad, ajustadas por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo, que encuentran en la tabla 4 del presente documento.

El producto a entregar corresponde a un módulo conformado por cuatro unidades de vivienda, cuyo diseño modular sugirió como material principal la madera, la cual, mediante un proceso de industrialización y a manera de paneles conformará el modelo propuesto. Este producto incluye, redes eléctricas e hidrosanitarias adosadas a los paneles. En el caso de la energía, se implementará un sistema de captación directa, mediante la implementación de paneles fotovoltaicos conectados a las redes internas de la vivienda. Para las redes hidrosanitarias, se realizará una captación directa de aguas lluvias desde la cubierta, conduciéndola mediante canales a un tanque de almacenamiento, una vez circule por el filtro de purificación implementado a cada vivienda; sistema que se puede visualizar en el esquema incluido en la ilustración 19 del presente documento.

Es importante aclarar que, el modelo de negocio y de comercialización del MRVA, se centra únicamente en el diseño, fabricación, suministro y posible montaje del mismo. Condición que será acordada con los posibles oferentes y/o consorciados dentro de los procesos licitatorios, con quien de manera previa se acordará el

alcance y participación de cada consorciado, dentro de la ejecución del proyecto contratado.

#### 6.4. FASE IV. ANÁLISIS DE COSTOS.

Basados en las cifras que refiere el presente estudio, conforme a la demanda de vivienda rural, se presenta para el modelo MVRA, la evaluación técnica del proyecto, teniendo como objetivo principal en este capítulo, determinar la viabilidad económica del proyecto, concretamente organizar y controlar todos los aspectos financieros y la óptima asignación de los recursos, logrando una eficaz y eficiente producción.

##### 6.4.1. ANÁLISIS DE SOBRE COSTOS PROYECTO DE PUERTO NARIÑO

Analizado el caso de estudio de Puerto Nariño, como base para la determinación de un valor inicial y el cubrimiento de necesidades, se ha de tener en cuenta que, este proyecto fue contratado en el año de 2017, bajo unas condiciones especiales, por efectos del fenómeno de la niña. En referencia a la ubicación geográfica de la zona, no se adelantó un análisis previo para transportar los materiales y equipos, lo cual generó sobrecostos al proyecto contando que, el valor contratado inicialmente fue de 71 SMMLV - Ver Tabla 8 -desglose de costos-, que, traducido a valor presente de 2017, equivalió a la suma de \$51.645.227. Valor que debió reajustarse posteriormente a 93 SMMLV, producto de algunos faltantes y cambios de

especificaciones dadas dentro del proceso de construcción, alcanzando la suma de \$68.607.681, producto de los diferentes factores descritos.

Importante acotar que, el valor reajustado no incluía solamente la construcción de las viviendas, sino que, abarcaba las etapas de reconocimiento, preconstrucción y construcción, cuyos valores se describen a continuación:

FASE DE CONTRATO	VALOR POR UNIDAD DE VIVIENDA	OBSERVACIONES
RECONOCIMIENTO	\$ 15.492.052	Corresponde a fase de estudios previos, diseños y compra lote.
PRE-CONSTRUCCIÓN	\$ 10.604.111	Gastos de escrituración, obras de urbanismo y servicios públicos.
CONSTRUCCIÓN	\$ 26.041.115	Valor de construcción a todo costo de una VIS. Área 50 m2.

*Tabla 10 – Desglose de costos unidad de vivienda Puerto Nariño 2017.*

*Fuente. Elaboración propia*

Las principales determinantes que se identificaron en el proyecto de Puerto Nariño que generaron posibles sobrecostos del proyecto son:

- Transporte y suministro de materiales. Se calculo un incremento sobre el valor de la unidad de vivienda del 10%, sumados los transportes rio abajo, descargue y traslado al sitio de la obra.
- Desperdicios en materiales. La falta de idoneidad del personal de la zona en la ejecución de las obras arrojó un incremento por concepto de desperdicios de materiales del 5%, reflejado primordialmente en los cortes de piezas de madera y el mal manejo de las mismas.

- Mano de obra. Es claro, tal como lo refiere el numeral anterior que, de los factores que más afectaron la utilidad del proyecto, se dieron por la deficiente calidad e idoneidad del personal de obra, generándose reprocesos y perdida de materiales constantes, viéndose afectado de manera directa el costo real (AC) del proyecto.

#### 6.4.2. EVALUACIÓN DEL PRESUPUESTO DE PUERTO NARIÑO.

Inicialmente se pretendió tomar como referencia el presupuesto presentado por el contratista en el proyecto de Puerto Nariño, para realizar una comparación análoga respecto al MVRA, pero la concepción y análisis de actividades, cantidades de obra y especificaciones, no permiten establecer un punto de partida sólido para la comparación, ya que este proyecto presento desfases en cuanto a tiempos y valores. Sin embargo, si se tomó como referencia de costos parcial.

Se aclara que, este ejercicio hace referencia a cantidades de obra tomadas sobre el total del proyecto, incluyendo el urbanismo, pero muestra faltantes en cuanto a especificación al detalle, en el proceso de construcción de la unidad de vivienda, lo cual, genero sobrecostos en la construcción.

A continuación, se muestra el presupuesto del proyecto de Puerto Nariño:

ITEM	DESCRIPCION	UN	CANTIDAD 258 VIVIENDAS	CANTIDAD X VIVIENDA	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
<b>ETAPA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA</b>						
<b>4. MADERA PARA ESTRUCTURA PISOS Y MUROS DIVISORIOS</b>						
4,1	Viguetas y Correas	M2	11051	43	\$ 157.708	\$ 1.742.831.108
4,2	Estructura Cubierta	M2	11051	43	\$ 190.494	\$ 2.105.149.194
4,3	Columna Estructural Madera	M2	11051	43	\$ 144.771	\$ 1.599.864.321
4,4	Tablas para muros	M2	11051	43	\$ 141.951	\$ 1.568.700.501
<b>TOTAL ACTIVIDADES MADERA PARA ETRUCTURA, PISOS Y MUROS DIVISORIOS</b>						<b>\$ 7.016.545.124</b>
<b>TOTAL COSTOS PARCIAL DE VIVIENDAS</b>						<b>\$ 7.016.545.124</b>
<b>HIDROSANITARIO COMPLETO</b>						
<b>6.DESAGUES</b>						
<b>6,1</b>	<b>DESAGUES EN RED SANITARIA</b>					
6,2	Tubería de 2" Sanitaria	ml	3.084,00	12,00	\$ 29.015	\$ 89.482.260
6,3	Tubería de 3" Sanitaria	ml	3.084,00	12,00	\$ 29.784	\$ 91.853.856
6,4	Punto sifón de 2"	un	1.542,00	6,00	\$ 28.810	\$ 44.425.020
<b>TOTAL ACTIVIDADES DESAGUES</b>						<b>\$ 225.761.136</b>
<b>7.INSTALACIONES HIDRAULICAS</b>						
<b>7,2</b>	<b>RED HIDRAULICA</b>					
7,2,1	Tubería presión 1/2"	ml	3.084,00	12	\$ 28.809	\$ 88.846.956
<b>7,3</b>	<b>PUNTOS HIDRAULICOS</b>					
7,3,1	Lavamanos	un	257,00	1	\$ 23.790	\$ 6.114.030
7,3,2	Duchas	un	257,00	1	\$ 23.790	\$ 6.114.030
7,3,3	Lavadero	un	257,00	1	\$ 23.790	\$ 6.114.030
7,3,4	Lavaplatos	un	257,00	1	\$ 23.790	\$ 6.114.030
7,3,5	Llaves regadera	un	514,00	2	\$ 23.790	\$ 12.228.060
<b>7,4</b>	<b>RECOLECCION AGUAS LLUVIA</b>					
7,4,1	Tanque de almacenamiento 500	un	257,00	1	\$ 237.403	\$ 61.012.571
7,4,2	Tubería de 3" Aguas Lluvias	ml	771,00	3	\$ 37.317	\$ 28.771.661
7,4,3	Canaleta trapezoidal	ml	1.799,00	7	\$ 20.908	\$ 37.613.492
<b>TOTAL ACTIVIDADES RED EXTERNA Y TANQUES</b>						<b>\$ 127.397.724</b>
<b>SUBTOTAL COSTOS DIRECTOS</b>						<b>\$ 7.495.235.120</b>
ADMINISTRACIÓN					25,5%	\$ 1.911.284.956
IMPREVISTOS					2%	\$ 149.904.702
UTILIDADES					5%	\$ 374.761.756
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS - INDIRECTOS</b>						<b>\$ 9.931.186.535</b>

Tabla 11 – Presupuesto Proyecto Puerto Nariño.

Fuente. Proyecto Puerto Nariño

#### 6.4.3. MODELO DE SUBCONTRATACIÓN MVRA

Para el caso del MVRA, se llevó a cabo la evaluación técnica y económica, determinando un modelo de subcontratación u outsourcing, dirigido a contratar con empresas especializadas con las cuales se logre industrializar el proceso de fabricación, ya que el diseño arquitectónico se centró en desarrollar un proceso modular. Este tipo de contratación ofrece ventajas, disminuyendo muchos de los riesgos que se podrían tener al momento de implementar un taller de manera directa.

Es importante aclarar que, para evitar una posible desviación en el mercado, donde pueda participar el outsourcing de manera directa con la entidad, el MVRA ha sido objeto de un proceso previo de patente, evitando así, la comercialización por parte de terceros, con lo cual se puede prolongar el ciclo de vida (CV) del MVRA.

En el anexo No.2, se incluye la invitación a cotizar.

#### 6.4.4. EVALUACIÓN DE COSTOS DEL MVRA

Para implementar los diferentes procesos tanto de diseño como construcción y la posterior comercialización del producto, se han tenido en cuenta los costos de personal administrativo, equipos, software, servicios públicos, publicidad y participación en procesos, al igual que, los anticipos dados a las empresas que participan como outsourcing en la fabricación del producto. Lo anterior, se puede apreciar en el cuadro siguiente, resultado de la evaluación de ingresos y egresos, de acuerdo a la proyección realizada.

AÑO	2021	2022	2023	2024	2025
FLUJO DE EGRESOS	\$ 2.237.950.000	\$ 2.552.337.216	\$ 3.060.404.396	3.640.777.403	\$ 4.340.971.714
FLUJO DE INGRESOS	\$ 2.794.000.000	\$ 3.186.501.120	\$ 6.679.805.805	4.583.685.603	\$ 6.013.848.755
FLUJO DE CAJA (INGRESOS - EGRESOS)	\$ 556.050.000	\$ 634.163.904	\$ 3.619.401.409	\$ 942.908.200	\$ 1.672.877.041

AÑO	2026	2027	2028	2029	2030
FLUJO DE EGRESOS	\$ 5.334.545.330	\$ 6.083.942.258	\$ 7.300.895.045	\$ 8.767.487.147	\$ 10.453.650.275
FLUJO DE INGRESOS	\$ 7.000.878.796	\$ 6.419.396.491	\$ 11.783.308.105	\$ 5.508.454.978	\$ 18.044.647.236
FLUJO DE CAJA (INGRESOS - EGRESOS)	\$ 1.666.333.467	\$ 335.454.234	\$ 4.482.413.060	-\$ 3.259.032.169	\$ 7.590.996.961

AÑO	2031	2032	2033	2034	2035	TOTAL
FLUJO DE EGRESOS	\$ 12.675.649.318	\$ 15.127.366.046	\$ 17.986.813.103	\$ 20.812.066.390	\$ 25.416.997.493	\$ 145.791.853.132
FLUJO DE INGRESOS	\$ 21.139.668.342	\$ 21.067.371.943	\$ 25.574.477.349	\$ 22.856.013.784	\$ 20.881.622.475	\$ 183.533.680.783
FLUJO DE CAJA (INGRESOS - EGRESOS)	\$ 8.464.019.024	\$ 5.940.005.897	\$ 7.587.664.246	\$ 2.043.947.394	-\$ 4.535.375.017	

*Tabla 12 – Evaluación financiera ingresos egresos proyecto - MVRA.*

*Fuente. Elaboración propia*



Por otra parte, conforme a la estructuración de costos implementada, se identificaron los insumos y actividades necesarias para la fabricación del MVRA, resumidos en la tabla de presupuesto respectiva, incluida en el anexo No.2 – Invitación a cotizar, la cual, se remitió a los diferentes outsourcing, para así obtener ofertas en igualdad de condiciones.

Producto de este ejercicio, y una vez evaluadas las ofertas económicas presentadas y comparadas con lo propuesto en la fase de análisis y evaluación, el comité de toma de decisiones determinó el costo directo de fabricación del MVRA, en el entendido que, estas propuestas ya incluyen los costos indirectos respectivos; aclaración realizada de manera previa para efectos de la presentación de la oferta económica. En la siguiente tabla No.10, se muestra el presupuesto de fabricación de un módulo MVRA, conformado por cuatro unidades de viviendas, por un valor de \$110.000.000. En el anexo No.3 - cotizaciones, se incluye las ofertas económicas para la elaboración del MVRA.

PRESUPUESTO GENERAL MVRA						
	DESCRIPCIÓN	UND	CANT	VR. UNIT	VR. PARCIAL	VR. UNITARIO
<b>1.0</b>	<b>CARPINTERÍA DE MADERA</b>					\$ 69.835.000
1.1.1	Suministro e instalación viga madera .04x.15x2.00	ML	84	\$ 35.000	\$ 2.940.000	
1.1.2	Chapeta metálica en U .34 x3/16" para ensamble vigas	UND	14	\$ 15.000	\$ 210.000	
1.1.3	Suministro e instalación piso en madera ordinario seco	M2	200	\$ 75.000	\$ 15.000.000	
1.1.4	instalación de paneles en madera, incluye chazos y anclajes	ML	304	\$ 25.000	\$ 7.600.000	
1.1.5	Suministro e instalación de perfiles en T de ensamble vertical	ML	304	\$ 45.000	\$ 13.680.000	
1.1.6	de pino 4x4 + listón machihembrado en pino. H=2.00*1.50	UND	32	\$ 205.000	\$ 6.560.000	
1.1.7	de pino 4x4 + listón machihembrado en pino. H=.70*1.50	UND	16	\$ 110.000	\$ 1.760.000	
1.1.8	de pino 4x4 + listón machihembrado en pino. H=2.00*1.30	UND	28	\$ 185.000	\$ 5.180.000	
1.1.9	de pino 4x4 + listón machihembrado en pino. H=.40*2.00	UND	8	\$ 105.000	\$ 840.000	
1.1.10	Suministro e instalación ventana marco en madera 5x5 cm 1.3 x1.3 m	UND	16	\$ 450.000	\$ 7.200.000	
1.1.11	Suministro e instalación ventana marco en madera 5x5 cm .70x.70 m	UND	4	\$ 135.000	\$ 540.000	
1.1.12	madeflex. 2.00x .80. m	UND	20	\$ 210.000	\$ 4.200.000	
	Suministro e instalación estructura cubierta pino 2"x4"	ML	550	\$ 7.500	\$ 4.125.000	
	<b>CUBIERTA</b>					\$ 18.137.500
	Suministro e instalación cubierta termoacústica	M2	216	\$ 75.000	\$ 16.200.000	
	elementos de fijación	M2	10	\$ 15.000	\$ 150.000	
	Canal PVC 4"	ML	35	\$ 35.000	\$ 1.225.000	
	Bajante 4"PVC	ML	15	\$ 37.500	\$ 562.500	
<b>2.0</b>	<b>INSTALACIONES ELÉCTRICAS</b>				\$ -	\$ 8.200.000
2.1.1	Salida interruptor lampara	SAL	20	\$ 85.000	\$ 1.700.000	
2.1.2	Salida toma monofásica	SAL	20	\$ 85.000	\$ 1.700.000	
2.1.3	Suministro e instalación Panel fotovoltaico	UND	4	\$ 450.000	\$ 1.800.000	
2.1.4	Suministro e instalación regulador de corriente	UND	4	\$ 380.000	\$ 1.520.000	
2.1.5	Suministro e instalación acumulador de energía	UND	4	\$ 370.000	\$ 1.480.000	
<b>3.0</b>	<b>INSTALACIONES HIDROSANITARIAS</b>				\$ -	\$ 7.900.000
3.1.1	Salida A.N 4"	SAL	4	\$ 120.000	\$ 480.000	
3.1.2	Salida A.N 2"	SAL	12	\$ 105.000	\$ 1.260.000	
3.1.3	Salida PVCP 1/2"	SAL	16	\$ 85.000	\$ 1.360.000	
	Suministro e instalación tanque 1000 l	UND	4	\$ 750.000	\$ 3.000.000	
	Suministro e instalación filtro de purificación	UND	4	\$ 450.000	\$ 1.800.000	
					\$ 104.072.500	\$ 104.072.500

Tabla 13 – Presupuesto general - MVRA. Fuente. Elaboración propia

Con referencia a la evaluación de costos indirectos, se realizó una proyección de manera creciente, conforme al volumen de las posibles ventas durante los próximos quince años. En esta proyección, se toman como variables los equipos humanos que, intervendrán en cada uno de los proyectos, supervisando la producción del producto, la comercialización y los controles de calidad.

Adicionalmente, dentro del AIU (variable), en la mayoría de los casos se proyecta la inclusión de diferentes softwares para el seguimiento, ajuste y proyección del MVRA. Aclarando que, dentro de esta proyección se evaluaron diferentes escenarios, como, por ejemplo, los sitios de entrega del MVRA y la posible descentralización para la fabricación del producto.

Los valores correspondientes a este análisis se incluyen en la tabla 12 – Modelo de evaluación financiera MVRA que hace parte de este documento. De igual forma, en el anexo No.4 – Evaluación financiera MVRA- se incluye el cuadro de evaluación completo.

El análisis de costos se fundamenta en la proyección que, según cifras del DANE, sugiere la necesidad de cubrimiento de 50.000 unidades de vivienda rural a 15 años, o sea un equivalente de 3.333 unidades de vivienda al año, del cual, se busca atender un 37% con el modelo MVRA.

Se tuvo en cuenta que, el 70% de los departamentos relacionados en la ilustración 12 denominado, cuadro de viviendas terminadas entre 2010 y 2019 y el mapa de temperaturas de la ilustración 12, generado por el IDEAM, fuese la base para plantear el MVRA como solución de vivienda de interés social rural, ya que esta cifra es la más cercana y aproximada a la posible demanda del MVRA. Por otra parte, para establecer el modelo de comercialización del MVRA, se tuvo en cuenta que, por sus características se convierte en una respuesta casi inmediata a la necesidad de la población, siendo muy rápida su implementación en un caso de emergencia, si se tienen en cuenta las siguientes características del MVRA:

- Facilidad en el montaje.
- Rápida fabricación.
- Cuenta con un diseño de fácil adaptación.
- Facilidad de transporte y manipulación.

Además de ser:

- Material renovable y reutilizable.
- Material no contaminante.
- Material con condiciones isotérmicas favorables.

Ajustado el diseño del MVRA, se desarrolló un modelo de invitación a cotizar, en el cual, se describe, el objeto a contratar, las especificaciones técnicas, los materiales requeridos y el tiempo de entrega, formato cuyas

especificaciones fueron evaluadas de manera técnica y económica para establecer un valor de comparación frente a las propuestas económicas de las empresas invitadas, y así obtener el mejor precio del mercado, tal como se presenta en el cuadro de presupuesto. Este documento se encuentra en el anexo No.2 – Invitación a cotizar-.

Adicionalmente, a estos valores que se han tomado como costos indirectos, se suman los gastos administrativos, los cuales incluyen, el personal de supervisión, el personal administrativo, gastos de oficina, equipos, servicios públicos, impuestos, pólizas, etc., incluidos dentro del AIU. Costos que serán variables durante el ciclo de vida del proyecto ya que las ofertas presentadas tendrán diferentes condicionamientos que se verán reflejados en el valor final.

#### 6.4.5. ANÁLISIS DE COSTOS DE COMERCIALIZACIÓN DEL MVRA

El modelo de negocio del MVRA, se enfoca básicamente en atender un mercado específico de interesados, asociados a programas de vivienda rural de interés social, en donde el oferente está en la libertad de presentar tanto el modelo de diseño arquitectónico, como el método constructivo correspondiente.

Para tal fin, se han desarrollado modelos de ingresos y evaluaciones financieras con una proyección a 15 años, o sea hasta el año 2035, tomando como base los datos aportados por el DANE y el Banco Agrario, entidad que en el momento lidera los planes de vivienda rural en Colombia.

Resultado de este análisis se presenta el modelo de evaluación financiera para el MVRA, a continuación.

PROYECCION DE COSTOS ANUALES							
Necesidad a cubrir para 2035	50.000						
Unidades viables para el MVRA	35.000						
Posibles unidades por atender al año	2.333						
Proyección IPC (Promedio últimos 11 años)	3,68%						
AÑO		2021	2022		2023		2024
Porcentaje de incremento MVRA al año			10%		15%		15%
Proyección MVRA por año		20	22		25		29
Costo directo MVRA (4 viviendas)		\$ 110.000.000	\$ 114.048.000		\$ 118.244.966		\$ 122.596.381
Costo directo anual		\$ 2.200.000.000	\$ 2.509.056.000		\$ 2.991.597.650		\$ 3.566.941.710
ADMINISTRACION	15%	\$ 330.000.000	\$ 376.358.400	20%	\$ 598.319.530	18%	\$ 642.049.508
IMPREVISTO	5%	\$ 110.000.000	\$ 125.452.800	3%	\$ 89.747.929	2%	\$ 71.338.834
UTILIDAD	7%	\$ 154.000.000	\$ 175.633.920	8%	\$ 239.327.812	9%	\$ 321.024.754
Costo total anual		\$ 2.794.000.000	\$ 3.186.501.120		\$ 3.918.992.921		\$ 4.601.354.806
PROYECCIÓN DE INGRESOS							
INGRESOS ANUALES PROYECCIONES PAGOS		\$ 2.794.000.000	\$ 3.186.501.120		\$ 6.679.805.805		\$ 4.583.685.603
PROYECCIÓN DE EGRESOS							
Gastos personal	4%	\$ 13.200.000	\$ 15.054.336		\$ 23.932.781		\$ 25.681.980
Publicidad y participación	4%	\$ 13.200.000	\$ 15.054.336		\$ 23.932.781		\$ 25.681.980
Equipos	3%	\$ 9.900.000	\$ 11.290.752		\$ 17.949.586		\$ 19.261.485
Servicios públicos	0,5%	\$ 1.650.000	\$ 1.881.792		\$ 2.991.598		\$ 3.210.248
Reinversión							
Pagos a outsourcing		\$ 2.200.000.000	\$ 2.509.056.000		\$ 2.991.597.650		\$ 3.566.941.710
TOTAL EGRESOS ANUALES		\$ 2.237.950.000	\$ 2.552.337.216		\$ 3.060.404.396		\$ 3.640.777.403
EGRESOS MENSUALES PROMEDIO		\$ 186.495.833	\$ 212.694.768		\$ 255.033.700		\$ 303.398.117

PROYECCION DE COSTOS ANUALES									
AÑO		2025		2026		2027		2028	
Porcentaje de incremento MVRA al año		15%		15%		10%		15%	
Proyección MVRA por año		33		38		42		49	
Costo directo MVRA (4 viviendas)		\$ 127.107.928		\$ 131.785.500		\$ 136.635.206		\$ 141.663.382	
Costo directo anual		\$ 4.252.935.940		\$ 5.070.860.580		\$ 5.783.215.074		\$ 6.895.442.997	
ADMINISTRACION	18%	\$ 765.528.469		20% \$ 1.014.172.116	20%	\$ 1.156.643.015	19%	\$ 1.310.134.169	
IMPREVISTO	2%	\$ 85.058.719		2% \$ 101.417.212	2%	\$ 115.664.301	2%	\$ 137.908.860	
UTILIDAD	9%	\$ 382.764.235		7% \$ 354.960.241	7%	\$ 404.825.055	9%	\$ 620.589.870	
Costo total anual		\$ 5.486.287.362		\$ 6.541.410.148		\$ 7.460.347.445		\$ 8.964.075.896	
PROYECCIÓN DE INGRESOS									
INGRESOS ANUALES PROYECCIONES PAGOS		\$ 6.013.848.755		\$ 7.000.878.796		\$ 6.419.396.491		\$ 11.783.308.105	
PROYECCIÓN DE EGRESOS									
Gastos personal		\$ 30.621.139	5%	\$ 50.708.606		\$ 57.832.151		\$ 65.506.708	
Publicidad y participación		\$ 30.621.139	3%	\$ 30.425.163		\$ 34.699.290		\$ 39.304.025	
Equipos		\$ 22.965.854	3%	\$ 30.425.163		\$ 34.699.290		\$ 39.304.025	
Servicios públicos		\$ 3.827.642	1%	\$ 10.141.721		\$ 11.566.430		\$ 13.101.342	
Reinversión			40%	\$ 141.984.096		\$ 161.930.022		\$ 248.235.948	
Pagos a outsourcing		\$ 4.252.935.940		\$ 5.070.860.580		\$ 5.783.215.074		\$ 6.895.442.997	
TOTAL EGRESOS ANUALES		\$ 4.340.971.714		\$ 5.334.545.330		\$ 6.083.942.258		\$ 7.300.895.045	
EGRESOS MENSUALES PROMEDIO		\$ 361.747.643		\$ 444.545.444		\$ 506.995.188		\$ 608.407.920	

PROYECCION DE COSTOS ANUALES									
AÑO		2029		2030			2031		2032
Porcentaje de incremento MVRA al año		15%		15%			15%		15%
Proyección MVRA por año		56		64			74		85
Costo directo MVRA (4 viviendas)		\$ 146.876.594		\$ 152.281.653			\$ 157.885.618		\$ 163.695.808
Costo directo anual		\$ 8.221.574.594		\$ 9.802.747.820			\$ 11.688.012.280		\$ 13.935.850.802
ADMINISTRACION	22%	\$ 1.808.746.411	22%	\$ 2.156.604.520		27%	\$ 3.155.763.316	25%	\$ 3.483.962.701
IMPREVISTO	2%	\$ 164.431.492	2%	\$ 196.054.956		2%	\$ 233.760.246	2%	\$ 278.717.016
UTILIDAD	10%	\$ 822.157.459	10%	\$ 980.274.782		11%	\$ 1.285.681.351	12%	\$ 1.672.302.096
Costo total anual		\$ 11.016.909.956		\$ 13.135.682.078			\$ 16.363.217.193		\$ 19.370.832.615
PROYECCIÓN DE INGRESOS									
INGRESOS ANUALES PROYECCIONES PAGOS		\$ 5.508.454.978		\$ 18.044.647.236			\$ 21.139.668.342		\$ 21.067.371.943
PROYECCIÓN DE EGRESOS									
Gastos personal		\$ 90.437.321		\$ 107.830.226	7%		\$ 220.903.432		\$ 243.877.389
Publicidad y participación		\$ 54.262.392		\$ 64.698.136	4%		\$ 126.230.533		\$ 139.358.508
Equipos		\$ 54.262.392		\$ 64.698.136	3%		\$ 94.672.899		\$ 104.518.881
Servicios públicos		\$ 18.087.464		\$ 21.566.045	1%		\$ 31.557.633		\$ 34.839.627
Reinversión		\$ 328.862.984		\$ 392.109.913	40%		\$ 514.272.540		\$ 668.920.839
Pagos a outsourcing		\$ 8.221.574.594		\$ 9.802.747.820			\$ 11.688.012.280		\$ 13.935.850.802
TOTAL EGRESOS ANUALES		\$ 8.767.487.147		\$ 10.453.650.275			\$ 12.675.649.318		\$ 15.127.366.046
EGRESOS MENSUALES PROMEDIO		\$ 730.623.929		\$ 871.137.523			\$ 1.056.304.110		\$ 1.260.613.837

PROYECCION DE COSTOS ANUALES							
AÑO		2033		2034		2035	TOTALES
Porcentaje de incremento MVRA al año		15%		15%		15%	
Proyección MVRA por año		98		113		129	
Costo directo MVRA (4 viviendas)		\$ 169.719.814		\$ 175.965.503		\$ 182.441.034	
Costo directo anual		\$ 16.615.993.628		\$ 19.811.581.523		\$ 23.621.744.882	
ADMINISTRACION	23%	\$ 3.821.678.535	25%	\$ 4.952.895.381	24%	\$ 5.669.218.772	
IMPREVISTO	2%	\$ 332.319.873	2%	\$ 396.231.630	2%	\$ 472.434.898	
UTILIDAD	12%	\$ 1.993.919.235	13%	\$ 643.876.399	10%	\$ 2.362.174.488	
Costo total anual		\$ 22.763.911.271		\$ 25.804.584.934		\$ 32.125.573.039	\$ 183.533.680.783
PROYECCIÓN DE INGRESOS							
INGRESOS ANUALES PROYECCIONES PAGOS		\$ 25.574.477.349		\$ 22.856.013.784		\$ 20.881.622.475	\$ 183.533.680.783
PROYECCIÓN DE EGRESOS							
Gastos personal		\$ 267.517.497		\$ 346.702.677		\$ 396.845.314	
Publicidad y participación		\$ 152.867.141		\$ 198.115.815		\$ 226.768.751	
Equipos		\$ 114.650.356		\$ 148.586.861		\$ 170.076.563	
Servicios públicos		\$ 38.216.785		\$ 49.528.954		\$ 56.692.188	
Reinversión		\$ 797.567.694		\$ 257.550.560		\$ 944.869.795	
Pagos a outsourcing		\$ 16.615.993.628		\$ 19.811.581.523		\$ 23.621.744.882	
TOTAL, EGRESOS ANUALES		\$ 17.986.813.103		\$ 20.812.066.390		\$ 25.416.997.493	\$ 145.791.853.132
EGRESOS MENSUALES PROMEDIO		\$ 1.498.901.092		\$ 1.734.338.866		\$ 2.118.083.124	

*Tabla 14 – Modelo de evaluación financiera del MVRA.*

Fuente. Elaboración propia

Adicionalmente, el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, <sup>48</sup> pondrá en marcha el nuevo “Plan Nacional de Construcción y Mejoramiento de Vivienda

<sup>48</sup> Ministerio de Agricultura. Lineamientos para la vivienda rural en Colombia.



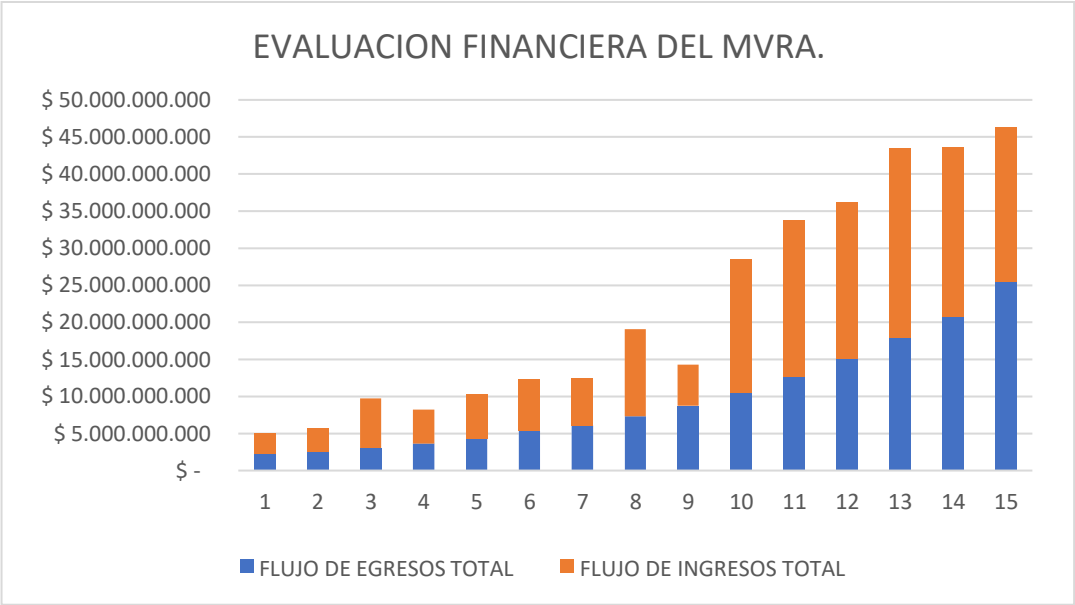
Social Rural”, tratando de implementar un programa arquitectónico, cuyo modelo cumple el MVRA, en cuanto a áreas y proyección de espacios, si se tienen en cuenta los ajustes propuestos por el mismo.

#### 6.4.6. PROYECCIÓN DE INGRESOS Y EGRESOS DURANTE EL CICLO DE VIDA (CV) DEL MVRA

En la gráfica siguiente, se encuentra el modelo de ingresos y egresos proyectado al ciclo de vida del MVRA, para los siguientes 15 años. El análisis se realizó con base a la evaluación del DANE y a las diferentes estadísticas del Ministerio de Agricultura y del Banco Agrario, con las tablas de cubrimiento de vivienda de interes social rural durante los últimos 10 años.

Importante tener en cuenta que, para la proyección del análisis financiero se tuvo en cuenta la forma de participación en los diferentes procesos licitatorios, ya que el proceso de construcción refiere a una etapa de obra civil y otra correspondería a la fabricación y montaje del MVRA; de igual forma y como se establecio en el comité de toma de decisiones, se participará únicamente en procesos licitatorios, en los cuales, la forma de pago incluya un anticipo. Factores que reduzcan el volumen de participación, pero que, irán incrementando de manera progresiva las ventas y comercialización

conforme lo sugiere la gráfica.



Gráfica 5. Evaluación financiera del MVRA.

FUENTE. Elaboración propia.

Respecto al CV del proyecto, durante los quince años se observa un crecimiento en la curva de evaluación financiera, que va de un 4% inicial hasta alcanzar el 24% final, equivalente al 1,35% anual, cifra que podrá incrementarse, ya que se toman valores y condiciones específicas derivadas de la participación en procesos específicos.

Importante aclarar que, al no plantear en el modelo de negocio una inversión inicial alta, y que los recursos para la ejecución de los diferentes proyectos están dados por los anticipos recibidos según las condiciones de cada proceso licitatorio, la figura de la tasa interna de retorno TIR, no aplicaría en este caso. Se realiza la evaluación

correspondiente al valor presente neto VPN. El cual se resume a continuación, producto del análisis de ingresos y egresos.

DESCRIPCIÓN	TOTAL
FLUJO DE EGRESOS	\$ 145.791.853.132
FLUJO DE INGRESOS	\$ 183.533.680.783

Tasa de descuento	2,5%
VPN	\$ 31.001.303.248

*Tabla 15 – Evaluación financiera del MVRA.*

Fuente. Elaboración propia

## 7. ANÁLISIS DE RESULTADOS

MODULO DE VIVIENDA DE INTERES SOCIAL RURAL AUTOSOSTENIBLE	
Descripción	Especificaciones
<b>MVRA:</b> Compuesto por cuatro unidades de vivienda. Con un área de 200 m2	Áreas y espacios en cumplimiento de la normatividad para vivienda de interés social.
<b>Unidad de vivienda:</b> Compuesta por 2 alcobas, 1 baño, cocineta y zona social. Con un área de 50 m2	
<b>Materiales de fabricación:</b> Módulos en madera. Parales metálicos. Cubierta termoacústica	Materiales renovables y reutilizables
<b>Materiales Instalaciones eléctricas:</b> Panel fotovoltaico. Regulador. Acumulador.	Energías renovables
<b>Materiales Instalaciones hidráulicas:</b> Tanque de almacenamiento de aguas lluvias. Filtro purificador.	Reutilización de aguas lluvias
<b>Tiempo de fabricación de un módulo MVRA:</b> 4 días.	

*Tabla 16 – Resumen de resultados del MVRA.*

Fuente. Elaboración propia

TABLA RESUMEN DEL PROYECTO		
		<b>Soporte técnico</b>
<b>Tiempo de proyección del negocio:</b>	15 años	Del año 2021 al 2035
<b>Necesidades de vivienda a cubrir hasta el 2035:</b>	50.000	Proyección de acuerdo a planes gubernamentales en cuanto a programas de vivienda de interés social rural se refiere. Fuente: Dane y Banco Agrario.
<b>Unidades de vivienda viables para nuestro proyecto:</b>	35.000	El 70% de las necesidades de vivienda a cubrir en el país, hasta el año 2.035, es viable para nuestro proyecto, debido a que el clima óptimo para el MVRA es el clima cálido.
<b>Posible cobertura para el MVRA:</b>	8.750	Las 35.000 unidades de vivienda, se divide entre cuatro, lo que corresponde un módulo de vivienda MVRA, dando la posibilidad de cobertura de 8,750 MVRA.
<b>Unidades de MVRA a atender con el proyecto del año 2.021 al 2.035:</b>	879	Para el proyecto, se pretende atender el 10% del 70% posible, debido a que la proyección del negocio, requiere proyectos con anticipos.
<b>Proyección IPC</b>	3,68%	(Promedio últimos 11 años)
<b>Porcentaje de incremento de ventas del MVRA proyectado anual.</b>	Entre el 10% y 15% anual	
<b>Costo del MVRA para el año 2.021 (4 Unidades de vivienda) - Costos directos</b>	\$ 110.000.000	Se calculó un incremento del costo del MVRA durante los 15 años siguientes, aplicando al valor inicial, el IPC promedio de los últimos 11 años.
<b>Costos indirectos MVRA - AIU</b>	29%	Se aplico un AIU promedio.
<b>Ingresos totales proyección a 15 años:</b>	\$ 183.533.680.783	Correspondiente a anticipos de los diferentes negocios.
<b>Egresos totales proyección a 15 años:</b>	\$ 145.791.853.132	Correspondientes a gastos de personal, publicidad y participación, equipos, servicios públicos, reinversión y pagos de outsourcing.
<b>Producción del MVRA:</b>	Outsourcing	Subcontratación de la elaboración del producto a talleres especializados.
<b>Valor Presente Neto -VPN-</b>	31.001.303.248	La tasa de descuento elegida generará beneficios al proyecto.

*Tabla 17 – Evaluación financiera del MVRA.*

Fuente. Elaboración propia

Tal como lo describen las tablas anteriores, el MVRA reúne las características y especificaciones arquitectónicas requeridas por el Ministerio de Vivienda, en cuanto a espacios y áreas mínimas; complementado, con tecnologías que garantizan un buen cubrimiento a nivel de servicios básicos.

En referencia al MVRA como modelo de negocio para comercialización, se partió del costo final de fabricación o costo directo propuesto, para salir al mercado en el año de 2021, correspondiente a \$110.000.000,00. El MVRA, está conformado por cuatro unidades de vivienda que, en conjunto suman 200 m<sup>2</sup>. Para el presente estudio, se tomó como base el incremento del IPC durante los últimos 11 años, para proyectar el ajuste de precios para los siguientes quince años; tiempo para el cual, se tiene previsto este modelo de negocio, conforme a la evaluación financiera anexa a este documento.

Por las condiciones que estableció el comité de toma de decisiones, en cuanto a participar únicamente en procesos en los cuales la forma de pago garantice cualquier tipo de anticipo, se reducen de manera significativa los riesgos de iliquidez que se puedan tener, implementando lo referente al seguimiento por medio del VPN.

#### 7.1. COMO RESPONDE A LA PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

El modelo de negocio planteado para la comercialización del MVRA se viabiliza a través de la participación en los diferentes procesos licitatorios propuestos por las entidades estatales encargadas de atender programas específicos de vivienda VIS o VIP, abarcando el sector rural colombiano, entidades tales como el Fondo de Adaptación, Ministerio de Vivienda, Caja de Vivienda popular, Banco Agrario y Ministerio de Agricultura.

## 8. NUEVAS AREAS DE ESTUDIO

El presente estudio se basó en datos meteorológicos específicos, tomando como referencia zonas del país con un clima cálido, por lo cual, se estimó una cobertura para futuros proyectos dentro de los próximos quince años, de acuerdo a las estadísticas del DANE y el Banco Agrario.

Así las cosas, una nueva área de estudio podría ser, trabajar para la cobertura restante del país en climas fríos, en los cuales, se debe tener en cuenta consideraciones diferentes para un modelo de vivienda. Un nuevo estudio podrá implementarse en cada una de las regiones de la geografía colombiana, realizando los análisis meteorológicos para la optimización de los recursos naturales y logrando beneficios económicos para el usuario final.

En referencia a la cobertura del servicio de energía para las viviendas, hay la posibilidad de mezclar la energía fotovoltaica con energía eólica, garantizando así, un suministro confiable y permanente. Para este fin, se deberá realizar la evaluación correspondiente a nivel de energías eólicas como un nuevo proyecto de investigación.

Igualmente, partiendo de las características y cualidades estructurales de la madera, tal como lo refiere la NSR10, adicional a las ventajas con respecto al medio ambiente, es importante plantear este material en otro tipo de desarrollos comunitarios a nivel rural (escuelas e iglesias) que, por sus condiciones de localización, dificultan el acceso de materiales y mano de obra especializadas, aparte de ser proyectos en los cuales, con el uso de la madera como material predominante, se podrán reducir los costos y fomentar la utilización de mano de obra en las regiones donde se desarrollen este tipo de proyectos.

## **CONCLUSIONES**

El modelo de comercialización para el MVRA se plantea basado en los resultados de procesos licitatorios ofertados por las diferentes entidades gubernamentales llámese Banco Agrario, Fondo de Adaptación, Ministerio de Vivienda, Caja de Vivienda Popular. Destinadas a proveer vivienda VIS o VIP según el programa específico que, en la mayoría de oportunidades atiende necesidades inmediatas producto de fenómenos naturales que, han dejado sin techo a gran parte de la población en este caso de zonas rurales.

Al evaluar las condiciones climáticas de los 32 departamentos que, conforman nuestro país según lo muestra la ilustración correspondiente al clima y temperaturas colombianas, se encontró que el 70% de estos o sea 22 departamentos maneja condiciones de clima entre los 23 Y 28 grados centígrados, aclarando que, algunos de ellos como son las regiones de choco, el Urabá antioqueño manejan climas cálidos húmedos los cuales no se contabilizan en el presente estudio, como posibles zonas de cubrimiento con el MVRA.

Con base en estas estadísticas iniciales y fundamentándonos en las proyecciones del DANE, las cuales refieren a una necesidad de 50.000 unidades de vivienda por



cubrir en los próximos 15 años, correspondiendo a 3.333 unidades equivalentes a 833 MVRA por cubrir anualmente.

El modelo MVRA al ser aplicado en un 70% de cubrimiento arrojaría inicialmente una cifra bruta posible de 583 MVRA/año. Sin que nuestro estudio haya tomado esta cifra como base para fines de la evaluación financiera, ya que dentro de los procesos y por diversas causas imputables muchas veces al usuario final, este decide retirarse del programa disminuyendo la posibilidad de comercialización de algunas unidades.

Así las cosas, se desarrolló un modelo base, donde fundamentados en las propuestas económicas que presentaron de manera previa algunos de los outsourcing, se toma este valor de fabricación como costo directo, al cual, se le suma un A.I.U. variable que corresponderá a los posibles incrementos por cambio de año y también por el sitio de entrega del producto.

Este ejercicio sugiere una proyección de venta en el primer año del 4%, que aumenta de manera progresiva, hasta alcanzar en el año 2.035 un 24% en ventas, de las posibles unidades equivalentes a 140 MVRA.

Importante anotar que, la cifra de comercialización se reduce debido a que, se presentaran ofertas únicamente en procesos donde las condiciones de contratación

ofrezcan algún tipo de anticipo, minimizando el riesgo principal de utilidad del producto.

Si se tiene en cuenta que el modelo de comercialización no sugiere inversiones iniciales representativas para cada uno de los procesos y maneja como condición sine qua non el trabajar siempre con anticipos, este no maneja la TIR correspondiente y siempre hará referencia al VPN con el cual se liquidarán los saldos.

## BIBLIOGRAFÍA

Alcaldía de Puerto Nariño - Amazonas. Interacciones bioculturales asociadas con las plantas de chagra a partir de las concepciones de los estudiantes de sexto grado de la Institución Educativa San Francisco de Loreyaco - Inaesfra <http://www.puertonarino-amazonas.gov.co/index.shtml>

Alcaldía Puerto Nariño. Internet: (<http://www.puertonarino-amazonas.gov.co/index.shtml>)

Bello Rudy, Vargas Lupita, Valverde Juan, Camacho Diego, Salas Cynthia. Evaluación de la calidad de madera en viviendas de interés social en Costa Rica. Internet: (<http://cfores.upr.edu.cu/index.php/cfores/article/view/489>) 2020.

Campos Ana, Holm-Nielsen Niels, Díaz Carolina, Rubiano Ana, Costa Carlos, Ramírez Fernando, Dickson Eric. Análisis de la gestión de riesgo de desastre en Colombia. Un aporte para la construcción de políticas públicas. Bogotá: Banco Mundial, 2012.

Carrillo Cristian. Revista Pagina 12. Sección economía. Mayo 2017.

Colombia. Congreso de la República. Ley 3. (15 de enero de 1991). Por la cual se crea el Sistema Nacional de Vivienda de Interés Social, se establece el

subsidio familiar de vivienda, se reforma el Instituto de Crédito Territorial, ICT, y se dictan otras disposiciones. Internet:

(<http://www.minvivienda.gov.co/LeyesMinvivienda/0003%20-%201991.pdf>)

Castro Tato Manuel. Economía y desarrollo. No1/Volumen 128/. Jun 2001.

Departamento Administrativo de Estadística, DANE, “Censo nacional de población y vivienda”. Internet: (<https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/censo-nacional-de-poblacion-y-vivenda-2018>)

Dirección Nacional de Planeación. Plan nacional de desarrollo 2014 – 2018. Internet:(<https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/PND/PND%202014-2018%20Tomo%201%20internet.pdf>) 2015

Energía solar – ezoic. Internet: <https://solar-energia.net/energia-solar-termica/componentes/acumulador-solar>

Fernández Pablo, Villalba Ignacio, Yepes Víctor, Franco Ricardo. [Revisión de los métodos de optimización aplicados al consumo de energía en ferrocarriles](#). En Journal of cleaner production. Marzo 2019.

Fondo de Adaptación. Taller cambio climático gestión del fondo adaptación. 24 de mayo de 2016. Internet: [https://es.slideshare.net/OECDdev/taller-cambio-climtico-gestion-del-fondo-adaptacin?from action=save](https://es.slideshare.net/OECDdev/taller-cambio-climtico-gestion-del-fondo-adaptacin?from_action=save)

Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas. Internet:  
<https://www.sinchi.org.co/>

Godoy Daniel, Baño Vanesa 4to Congreso Latinoamericano de Estructuras de Maderas. Viabilidad Técnico- Económica de Viviendas de Interés Social con Paneles CLT de Pino Uruguayo.

Merlinux Dig, "10 inventos originales de Colombia que aprovechan la energía solar". Internet: (<https://merlinuxdigsas.blogspot.com/2017/06/10-inventos-originales-desarrollados-en.html>) 2017.

Ministerio de ambiente, vivienda, ciudad y territorio. Decreto 2060 (2004) Por el cual se establecen normas mínimas para las viviendas de interés social urbanas. Diario Oficial Bogotá DC. 45590 junio 25 de 2004

Ministerio de vivienda, ciudad y territorio. Decreto 046 ((16 de enero 2020). "Por el cual se modifican disposiciones en relación con los precios máximos de la Vivienda de Interés Social y la Vivienda de Interés Prioritario.". Internet: (<https://dapre.presidencia.gov.co/normativa/normativa/DECRETO%2046%20DEL%2016%20DE%20ENERO%20DE%202020.pdf>)

Ministerio de Minas y Energía. Reglamento técnico de instalaciones eléctricas. Internet: (<https://www.minenergia.gov.co/retie>)

Ministerio de Minas y Energía. Norma técnica colombiana 2050. Internet:  
<https://www.idrd.gov.co/sitio/idrd/sites/default/files/imagenes/ntc%2020500.pdf>.

1998

Ministerio de Desarrollo Económico. Planteamiento y diseño de sistemas de Recolección y Evacuación de aguas residuales y pluviales. Internet:  
([http://www.minvivienda.gov.co/Documents/ViceministerioAgua/010710\\_ras\\_titulo\\_d\\_.pdf](http://www.minvivienda.gov.co/Documents/ViceministerioAgua/010710_ras_titulo_d_.pdf)) 2000

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. Decreto 583 (2017). "Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 1077 de 2015 en lo relacionado con las características de la vivienda de interés social y prioritario en tratamiento' de renovación urbana, los requisitos de solicitud y trámite de las licencias urbanísticas y las cesiones anticipadas", Internet:  
(<https://dapre.presidencia.gov.co/normativa/normativa/DECRETO%20583%20DEL%2004%20DE%20ABRIL%20DE%202017.pdf>)

OBS Business School – Universitat de Barcelona. Internet:  
<https://obsbusiness.school/es/noticias/innovacion/cuales-son-las-etapas-de-un-proyecto-te-lo-contamos-en-esta-infografia>

Project Management Institute. Project Management Body of Knowledge (PMBOK). Sexta edición. 2017.

Ramírez Juan Carlos, Pardo Renata, Acosta Olga Lucía, Uribe Luis Javier. Bienes y Servicios Públicos y Sociales en la Zona Rural de Colombia Brechas y Políticas Públicas. Series de la Cepal - Estudios y Perspectivas - oficina de la Cepal en Bogotá. Internet: <https://www.cepal.org/es/publicaciones/38948-bienes-servicios-publicos-sociales-la-zona-rural-colombia-brechas-politicas>. Abril 2016.

Reglamento colombiano de Construcción Sismo Resistente. NSR-10. 2010  
Internet: <https://www.idrd.gov.co/sitio/idrd/sites/default/files/imagenes/9titulo-i-nsr-100.pdf> 2010

Revista Dinero. China y Colombia llevan energía sostenible al Amazonas.  
Internet: <https://www.dinero.com/empresas/confidencias-on-line/articulo/amazonas-cuenta-con-sistema-de-energia-sostenible/250311> 2017.

Revista Universum No. 29, Volumen.1, pp.85-106. Internet: [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_serial&pid=0718-2376&lng=es&nrm=iso](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_serial&pid=0718-2376&lng=es&nrm=iso)

Romero Vásquez, Antonio José. Estudio sobre la construcción de viviendas de madera por el sistema de entramado ligero. Trabajo de grado Ingeniería de edificación. Cartagena. Universidad Politécnica de Cartagena. Escuela Técnica Superior de Arquitectura y edificación. 221 p.

San Juan Gustavo Alberto, Discoli Carlos Alberto, Viegas Graciela Melisa, Ferreyro Carlos Rodríguez, Lucas Gastón, Dicroce Luciano, Esparza Jessica, Barros María Victoria. Revista energías renovables y medio ambiente; Vol 34.” Internet: (<https://merlinuxdigsas.blogspot.com/2017/06/10-inventos-originales-desarrollados-en.html>) 2017.

Sánchez Clara Eugenia. Arquitectura de la vivienda vernácula colombiana en adobe y su relación con la norma sismo resistente.

(<https://www.habitattierra.com/web/IMG/pdf/Artadobesismo2005.pdf>)

Trejo Jhonattan, Márquez Argelis, Ninin Jeandrain Pablo, Contreras Miranda Wilver, Styles Valero Will, Kifer Héctor. Estudio mecánico de paneles estructurales en madera de pino caribe venezolano. Revista Ecodiseño & sostenibilidad. Número 8. 2016.

Vélez, Simón. Actualidad y futuro de la arquitectura de bambú en Colombia”. Trabajo de grado Doctorado en construcción, restauración y rehabilitación arquitectónica. Barcelona. Universidad de Cataluña, Departamento construcciones arquitectónicas.

Arango C; Dorado J; Guzmán D; Ruiz J. Informe análisis compuesto según ENSO ONI, para la temperatura media trimestral de Colombia. Grupo modelamiento de tiempo, clima y escenarios de cambio climático.



Instituto Superior del Medio Ambiente ICM. Análisis Ciclo de Vida Software Simpar.

IDEAM - Atlas Climatológico de Colombia 1981-2020. Instituto De Hidrología, Meteorología Y Estudios Ambientales - IDEAM. Distribución De La Temperatura Media Anual (°C). Promedio Multianual 1981 – 2010. República De Colombia 2014. [Atlas.ideam.co/visorAtlasClimatologico.html](http://Atlas.ideam.co/visorAtlasClimatologico.html).

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural MADR. En marcha nuevo plan de vivienda rural para población vulnerable. 7 de noviembre de 2020.

<https://www.finagro.com.co/noticias/en-marcha-nuevo-plan-de-vivienda-rural-para-poblaci%C3%B3n-vulnerable>

ANEXO 1 PLANOS Y MEMORIAS  
ANEXO ELECTRICO  
Memorias eléctrica Puerto Nariño-Amazonas

*CASA PUERTO NARIÑO*  
*DISEÑOS ELÉCTRICOS*

---

**ESTUDIOS Y DISEÑOS  
ELÉCTRICOS**

**CASA PUERTO NARIÑO - AMAZONAS**

**MUNICIPIO DE PUERTO NARIÑO  
DEPARTAMENTO DE AMAZONAS  
2017**

## **1. - OBJETIVO**

Diseñar sistema de paneles solares para casa tipo.

Diseñar sistema eléctrico para conexión equipos comunales.

## **2. -LOCALIZACION**

El proyecto se encuentra ubicado en la ciudad de puerto Nariño en el departamento de amazonas.

## **3. - GENERALIDADES**

El proyecto es reubicación de 258 unidades de viviendas en puerto Nariño. Se plantea que el consumo de energía solar fotovoltaica, sea aislada de la red eléctrica existente.



Dentro del análisis previo al desarrollo del proyecto, se buscó la alternativa que menos afectaciones tuviera con respecto al recurso natural de la zona y dentro de las alternativas que hubo estuvo crear un parque solar, el cual fuera administrable por la población de la zona, pero se determinó que las grandes áreas de las cuales se necesitaría, ocasionaría una inmensa tala de árboles, iría en contra de los principios fundamentales de la “energía verde”, siendo así que se llegó a la conclusión de que la mejor opción para poder suplir las próximas necesidades energéticas del municipio, se podría obtener creando sistemas de generación solar, desde cada hogar y así garantizar una producción equitativa de energía para cada una de las casas y del mismo modo se propone que en el momento de la instalación se hiciese una capacitación con expertos del sector energético, a fin de generar conciencia entre los pobladores y crear medidas así, mancomunadamente, lineamientos que garanticen el cuidado, mantenimiento y preservación de los sistemas a instalar y fundamentalmente de la vida humana, animal y vegetal.

## **4. – DESARROLLO**

Los componentes de un sistema fotovoltaico incluyen módulos fotovoltaicos, los cuales se conocen comúnmente como paneles fotovoltaicos; una o más baterías; un regulador o controlador de carga para un sistema autónomo; un inversor para convertir energía solar de corriente continua (CC) a corriente alterna (CA).

Un módulo fotovoltaico consta de celdas fotovoltaicas individuales, y los módulos se agrupan en una matriz, permitiendo que los *photones*, o partículas de luz, liberen los electrones de los átomos, generando un flujo de electricidad.

Para el dimensionamiento del sistema, se calcula como primera medida el consumo promedio de energía teórica, a partir del uso de la carga de los electrodomésticos e iluminación proyectada por día. A continuación se muestra las tablas de elementos y sus consumos, la cual se calcula con la multiplicación de la potencia consumida por los distintos aparatos eléctricos por el número de horas proyectadas de consumo.

**Cuadro 1. Consumo de electrodomésticos por día**

Consumo electrodomésticos (día)			
Aparato	Horas	Energía	Total
Televisor	3	70 W	210 Wh
Nevera	8	195 W	1560 Wh
Varios	1	30 W	30 Wh
TOTAL			1800 Wh/d

**Cuadro 2. Consumo de iluminación por día**

Consumo por Iluminación (día)				
Tipo	Nº	Horas	Energía	Total
Led	6	3	18 W	324 Wh
TOTAL				324 Wh/d

De tal forma que al realizar una operación aritmética de los watts hora por día de los dos consumos, se obtiene un total de energía teórica diaria de 2124 WH/DIA.

Para el cálculo del rendimiento se han utilizado los parámetros que se mencionan a continuación:

Coeficiente perdidas en batería	5 %
Coeficiente auto descarga batería	0.5 %
Coeficiente perdidas conversión DC/AC	10 %
Profundidad de descarga batería	60 %

**CASA PUERTO NARIÑO**  
**DISEÑOS ELÉCTRICOS**

Coeficiente perdidas en el cableado	5 %
Autonomía del sistema	3 días
Rendimiento General	78 %

Teniendo en cuenta las condiciones mencionadas en el cuadro anterior, y con respecto a las perdidas energéticas esperadas, la carga energética requerida aumentaría, obteniéndose una carga total de energía real diaria (WH/DIA) de 2723.08.

Para cada vivienda unifamiliar, se esperaría un requerimiento de carga similar, para todos los meses del año, dando como resultado un consumo, como se muestra en el siguiente cuadro.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
% mes	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
Consumos (W)	2723	2723	2723	2723	2723	2723	2723	2723	2723	2723	2723	2723

Con el fin de obtener de las horas pico de sol, se ha utilizado la base de datos NREL-NASA, contemplando la inclinación y orientación elegidas, así como los datos de localización del lugar.

La declinación solar ha sido calculada con la siguiente ecuación:

$$[1] \delta = 23,45 \cdot \sin \left( 360 \cdot \frac{284 + \delta_n}{365} \right)$$

$\delta$ : declinación (grados)  
 $\delta_n$ : día del año (1...365, tomado 1 para el día de enero)

Donde:

$\delta$ = declinación en grados

$\delta_n$ = día del año (1...365, siendo 1, el primer día del mes de enero)

Se ha elegido un día de cada mes, de manera que este coincida con un día de final de mes.

Para el cálculo de la elevación solar se han tomado los valores:

$$-(90^\circ - \delta - \varphi) \text{ en el solsticio de invierno}$$

$$-(90^\circ - \delta + \varphi) \text{ en el solsticio de verano}$$

Siendo  $\varphi$  la latitud de puerto Nariño y  $\delta$  su declinación, de tal manera que para determinar la inclinación optima se ha utilizado las siguientes premisas:

$$\begin{aligned} -\beta &= \varphi - \delta \text{ en el solsticio de verano} \\ -\beta &= \varphi + \delta \text{ en el solsticio de invierno} \end{aligned}$$

Siendo  $\beta = \varphi$  en los equinoccios.

Para la estimación del parámetro de radiación global óptima ( $\text{rad\_glo\_op}$ ), se ha usado la siguiente ecuación:

$$G_a(\beta_{\text{opt}}) = \frac{G_a(0)}{1 - 4,46 \cdot 10^{-4} \cdot \beta_{\text{opt}} - 1,19 \cdot 10^{-4} \cdot \beta_{\text{opt}}^2}$$

Donde:

$G_a(\beta_{\text{opt}})$  es el valor medio anual de la irradiación global sobre superficie con inclinación óptima dado en ( $\text{KW} \cdot \text{h}/\text{m}^2$ )

$G_a(0)$  es la media anual de la irradiación global horizontal en ( $\text{KW} \cdot \text{h}/\text{m}^2$ )

$\beta_{\text{opt}}$  es la inclinación óptima de la superficie, dada en grados.

Para la obtención del factor de radiación (FI) se han utilizado las siguientes expresiones:

$$\text{FI} = 1 - [1.2 \times 10^{-4}(\beta - \beta_{\text{opt}})^2 + 3.5 \times 10^{-5} \alpha^2] \text{ para } 15^\circ < \beta < 90^\circ$$

$$\text{FI} = 1 - [1.2 \times 10^{-4}(\beta - \beta_{\text{opt}})^2] \text{ para } \beta \leq 15^\circ$$

Donde:

FI es el factor de radiación (sin unidades)

$\beta$  es la inclinación real de la superficie

$\beta_{\text{opt}}$  es la inclinación óptima de la superficie

$\alpha$  es el acimut de la superficie.

Nota: Entiéndase como acimut al ángulo que forma el meridiano con el círculo vertical que pasa por un punto de la esfera celeste o del globo terráqueo.

**CASA PUERTO NARIÑO**  
**DISEÑOS ELÉCTRICOS**

Finalmente las horas sol pico (HSP) es el resultado de multiplicar la radiación global óptima ( $G_a$  ( $\beta_{opt}$ )) por el factor de radiación (FI).

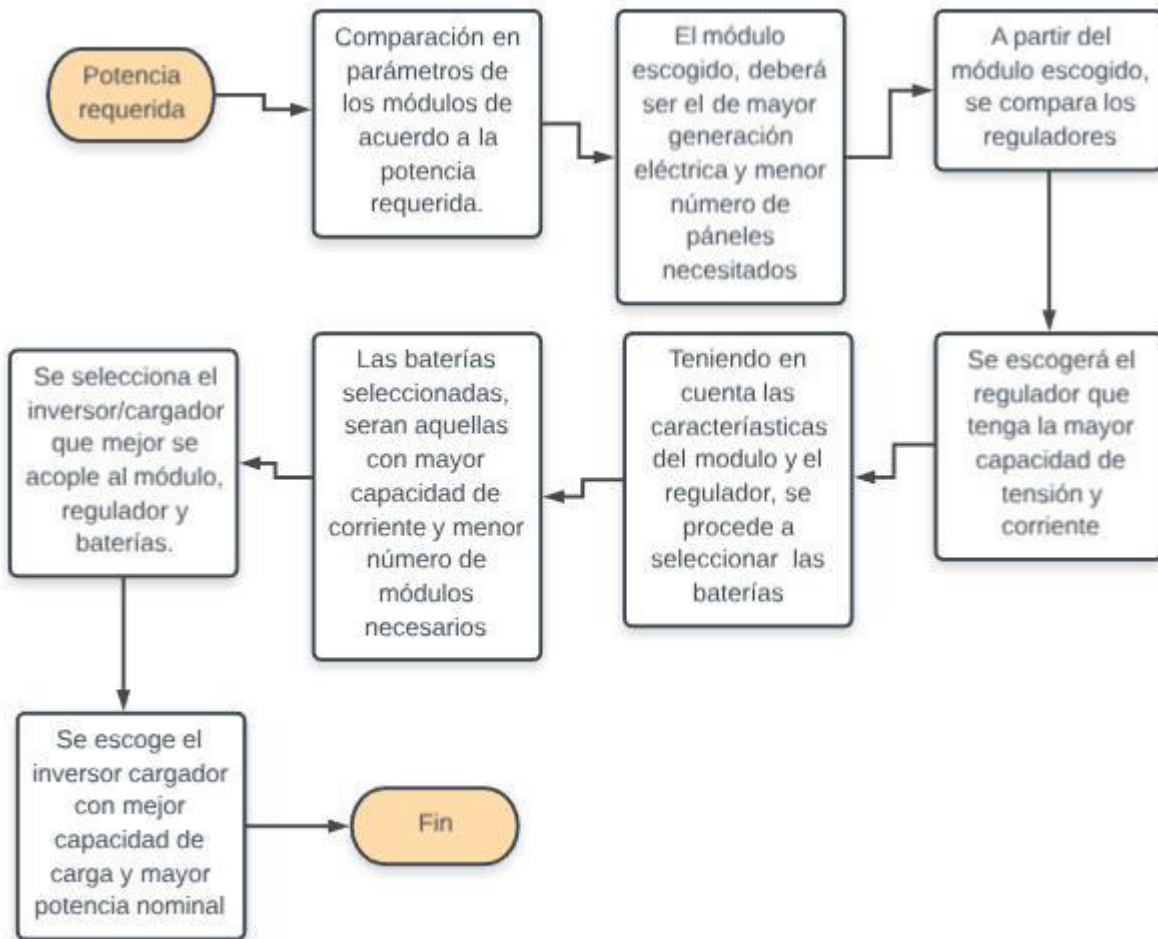
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Día del mes	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Declinación	-21.27°	-13.62°	-2.02°	9.78°	19.26°	23.39°	21.18°	13.12°	1.81°	-10.33°	-19.6°	-23.4°
N° día/año	15	45	76	106	137	168	198	229	259	290	321	351
Elevación solar	107.5°	99.85°	88.25°	76.45°	66.97°	62.84°	65.05°	73.11°	84.42°	96.56°	105.83°	109.63°
Inclinación óptima	17.5°	9.85°	1.75°	13.55°	23.03°	27.16°	24.95°	16.89°	5.58°	6.56°	15.83°	19.63°
rad_glo_hor	4.46	4.38	4.49	4.37	4.18	3.93	4.31	4.82	5.01	4.85	4.71	4.46
rad_glo_op	4.67	4.45	4.5	4.5	4.51	4.37	4.71	5.03	5.04	4.89	4.89	4.72
FI	1	1	0.98	1	0.99	0.98	0.99	1	0.99	0.99	1	1
HSP/día	4.67	4.45	4.41	4.5	4.47	4.28	4.66	5.03	4.99	4.84	4.89	4.72
HSP/mes	144.77	124.6	136.71	135	138.57	128.4	144.46	155.93	149.7	150.04	146.7	146.32
Temp día max	29.88°	29.82°	30.39°	30.03°	30.31°	30.62°	31.81°	33.32°	34.28°	34.29°	32.5°	30.87°
Consu/HSP día	583.1	611.93	617.48	605.13	609.19	636.23	584.35	541.37	545.71	562.62	556.87	576.92

Para la elección de los módulos, reguladores, baterías e inversor, se ha tenido en cuenta las dos principales referencias recomendadas por el software *calculation solar*, y siguiendo lo establecido en el siguiente diagrama de flujo:



**CASA PUERTO NARIÑO**  
**DISEÑOS ELÉCTRICOS**

---



#### Elección de módulos:

Los módulos o celdas solares son pequeños semiconductores en paneles de forma cuadrada hechos de silicio y otros materiales conductores, fabricados en capas de película delgadas, los cuales funcionan así:

En el momento en que la luz solar llega a la celda solar, las reacciones químicas liberan electrones, generando electricidad de corriente continua (CC).

Las placas metálicas conductoras en los lados de la celda recogen los electrones y los transfieren a los cables. En ese punto, los electrones pueden fluir como cualquier otra fuente de electricidad.

Para el cálculo de los módulos, se ha tenido en cuenta la inclinación y orientación elegidas, las HSP, el ratio de aprovechamiento del regulador de carga y las temperaturas medias mensuales diurnas del lugar elegido:


**CASA PUERTO NARIÑO**  
**DISEÑOS ELÉCTRICOS**

Entre los dos modelos que mejor se adaptaban a las condiciones anteriormente descritas, se compararon las variables descritas en el diagrama de flujo, encontrando que entre los productos LUXOR ECO LINE 60/230 W POLICRISTALINO y el AA-ZYTECH ZT140P POLICRISTALINO

El que cumple mejor con las condiciones es el primer producto en mención.

- Inclinación óptima anual: 6.3°
- Inclinación óptima anual por consumos: 15.19°
- Inclinación elegida: 15°
- Azimut módulos: 0°
- Temperatura media mensual máxima diaria (3 meses): 30.91°
- Horas Sol Pico en meses más desfavorables: 4.28 HSP
- Energía Real Diaria desde módulos: 2723.08 Wh/d
- Ratio de aprovechamiento regulador: 1
- Potencia pico módulos calculada: 710 Wp

CAMPO FOTOVOLTAICO	
Inclinación óptima anual por consumos	15.19 °
Potencia fotovoltaica necesaria	668 Wp
CARACTERÍSTICAS MODULO PV <a href="#">Cambiar</a>	
103 % LUXOR Eco line 60/230 W Policristalino	
Pmax	230 Wp
Vmp	29.8 V
Voc	37 V
Potencia Fotovoltaica Calculada	690 Wp
N° total de módulos	3
N° Uds serie	1
N° Uds paralelo	3 ▼



Módulo elegido

CAMPO FOTOVOLTAICO	
Inclinación óptima anual por consumos	15.19 °
Potencia fotovoltaica necesaria	936 Wp
CARACTERÍSTICAS MODULO PV <a href="#">Cambiar</a>	
90 % AA-ZYTECH ZT140P POLICRISTALINO	
Pmax	140 Wp
Vmp	18.72 V
Voc	22.39 V
Potencia Fotovoltaica Calculada	840 Wp
N° total de módulos	6
N° Uds serie	2
N° Uds paralelo	3 ▼

Elección de reguladores:

Los reguladores de carga solar se colocan entre el campo fotovoltaico y el campo de baterías y se encarga de controlar el flujo de energía que circula entre ambos equipos,

también evitan que la batería se pueda descargar por la noche en el campo fotovoltaico por inversión de corriente mediante un diodo tipo D, Proporciona información del estado del sistema (tensión de las baterías, corriente generada, históricos, estado de carga)

El control del flujo de energía se realiza mediante el control de los parámetros de Intensidad de corriente y tensión que se inyectan en las baterías. Este flujo de energía depende del estado de carga de las baterías y de la energía generada por el campo fotovoltaico.

El regulador de carga solar controla constantemente el estado de carga de las baterías para hacer el llenado óptimo y así alargar su vida útil.

Existen tres estados de carga posibles:

- Fase Bulk: la batería está descargada y toda la corriente producida en el campo fotovoltaico es inyectada en las baterías, incrementándose la tensión en la batería a medida que ésta se va llenando.
- Fase Absorción: cuando la tensión de la batería alcanza la tensión de absorción (en las baterías de plomo-ácido abiertas 14,4V y en las baterías AGM y en las baterías GEL 14,1V), el regulador de carga solar mantiene la tensión ligeramente por debajo de dicho valor y va reduciendo la corriente hasta que la batería está prácticamente llena.
- Fase De Flotación: en esta fase la tensión se reduce a la tensión de flotación (generalmente 13,5 V) y la corriente inyectada se reduce hasta que la batería se llena por completo.

Toda la energía que se genere mayor a la energía que es posible inyectar en la batería se pierde por efecto Joule en el regulador, por tanto, el regulador de carga solar es un dispositivo que protege la batería contra sobrecargas, llenándola según le resulte más conveniente en cada momento.

Para la elección del regulador se tienen en cuenta los valores de tensión del sistema, los parámetros de los módulos fotovoltaicos, lo que nos aporta un determinado grado de optimización.

De acuerdo a lo definido en el diagrama de flujo, entre los módulos STECA TAROM 235 PWM y MORNINGSTAR PS-15 PWM, el regulador que va a tener la mejor adaptación con respecto a su relación de capacidad de tensión y corriente.

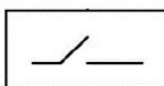

- La tensión de entrada a los reguladores será de 24 V, ya que este nivel es el más usual en el mercado.

**CASA PUERTO NARIÑO**  
**DISEÑOS ELÉCTRICOS**

---

- Con el fin de proteger al sistema de sobretensiones transitorias, los módulos deberán soportar una tensión en circuito abierto, de por lo menos 37 V.
- Debido a los posibles fluctuaciones de tensión en operación normal, estos deberán soportar picos de tensión de hasta 29.8 V.
- La corriente de cortocircuito de los módulo será de 8.22 A y deberá tener conectados DPS que cubran al sistema con corrientes transitorias tipo rayo de hasta 65 KA.
- N° de módulos serie instalar: 1
- N° de módulos paralelo instalar: 3
- Total módulos instalar: 3
- Intensidad modulo a tensión sistema (abierto): 8.22 A
- Intensidad modulo a tensión sistema (cerrado) : 7.73 A
- Intensidad total sistema (abierto) : 25 A

REGULADOR DE CARGA			
Intensidad total sistema (abierto)	33.00 A		
Intensidad total sistema (cerrado)	31.13 A		
CARACTERÍSTICAS REGULADOR		<a href="#">Cambiar</a>	
106 % <span style="float: right;">STECA TAROM 235 PWM</span>			
A.max	35 A	Voc	48 V
Eficiencia	89.60 %		
A. Total	35 A	N° reguladores	1

REGULADOR DE CARGA			
Intensidad total sistema (abierto)	25.00 A		
Intensidad total sistema (cerrado)	23.35 A		
CARACTERÍSTICAS REGULADOR		<a href="#">Cambiar</a>	
120 % <span style="float: right;">MORNINGSTAR PS-15 PWM</span>			
A.max	15 A	Voc	23 V
Eficiencia	89.60 %		
A. Total	30 A	N° reguladores	2

### Elección de baterías:

Las baterías en un sistema de energía solar fotovoltaica acumulan la energía producida por los paneles fotovoltaicos durante las horas de Sol para poderla utilizar durante la noche o en días nublados.

El uso de baterías también permite proveer una intensidad de corriente superior que la que puede ofrecer un panel fotovoltaico en funcionamiento.

**CASA PUERTO NARIÑO**  
**DISEÑOS ELÉCTRICOS**

---

Las baterías tienen la función de aportar energía eléctrica en el sistema en el momento en que los paneles fotovoltaicos no generan la electricidad necesaria (por ejemplo durante la noche o en momentos de poca luminosidad).

En el momento en que los paneles fotovoltaicos pueden generar más electricidad que la demandada por el sistema eléctrico toda la energía demandada es suministrada por los paneles y la sobrante se utiliza para cargar las baterías.

A partir de la simulación realizada, se determinó un número de 12 baterías, las cuales tendrían una autonomía de 3 días, teniendo un consumo a toda potencia, pero como un factor de análisis de información, se encontró la siguiente información.

Factores favorables 12 baterías	Factores desfavorables 12 baterías
3 días de consumo a plena carga.	Reducción del espacio habitable de la casa
Alta eficiencia del sistema.	Altos costos de mantenimiento.
	Altos costos de inversión inicial
	Modificación de los hábitos de sueño, por posibles sonidos en el paso de corriente.

Con los datos más relevantes encontrados por medio del método analítico, se procedió a rechazar el cálculo arrojado por el software, ya que además de los datos previamente mencionados, hay una alta probabilidad de inutilización de la autonomía completa del sistema, ya que por la herencia cultural de las comunidades, no se tiene una gran dependencia de los electrodomésticos en general, por lo que es muy probable que en la noche, se genere muy bajos consumos de energía, por lo tanto se reduce el dato arrojado por el software, de 3 días de autonomía a tan solo 6 horas de la misma, a plena carga, que para el caso práctico de la zona en estudio, teniendo nuevamente en cuenta las costumbres de sus pobladores, en su mayoría personas indígenas, se pueden superar las 12 horas de no generación, ya que incluso se prevé un factor de crecimiento de hasta el 30% de la carga.

Conforme a lo descrito previamente, se elige un sistema que con reducción de horas, pueda cumplir los requisitos descrito, siendo así que para la elección de las baterías, con mejores condiciones de adaptación al sistema de módulos y regulador, se compararon las variables descritas en el diagrama de flujo, encontrando que entre los productos ECOSAFE TVS-5 TUBULAR-PLATE y el ECOSAFE TLS-6 TUBULAR-PLATE, el que cumple mejor con las condiciones de corriente de los sistemas es el TVS-5.

- Tensión nominal de baterías: 24 V
- Profundidad de descarga de baterías: 60 %

- Autonomía del sistema: 6 horas (3 días según software)
- Energía Real Diaria: 2723 Wh/día
- Capacidad útil baterías calculada: 340 Ah
- Capacidad real baterías calculada: 567 Ah

The image shows a software interface for selecting a battery module. It consists of two side-by-side panels, each titled 'BATERIA'. Both panels have a 'Prof. descarga' dropdown set to '60 %'. The left panel shows 'Autonomía (días)' as 3, 'Capacidad Util' as 324 Ah, and 'Capacidad Real' as 540 Ah. It lists 'ECOSAFE TVS-5 TUBULAR-PLATE' with 101% efficiency, 543 Ah capacity, 2 V, and 12 elements. The right panel shows 'Autonomía (días)' as 3, 'Capacidad Util' as 357 Ah, and 'Capacidad Real' as 595 Ah. It lists 'ECOSAFE TLS-6 TUBULAR-PLATE' with 70% efficiency, 415 Ah capacity, 2 V, and 12 elements. An orange arrow labeled 'Módulo elegido' points from the left panel to the right panel, indicating the selected module.

Al reducirse el tiempo de los 3 días de autonomía y teniendo en cuenta la linealidad de los sistemas en cc, se procede a escoger 2 baterías conectadas en serie, de la referencia ECOSAFE TVS-5 TUBULAR-PLATE, las cuales cumplen con los requerimientos descritos previamente.

#### Elección de inversor

Los inversores solares fotovoltaicos son equipos que se encargan de transformar la energía producida en una instalación fotovoltaica, la cual se transmite en forma de corriente continua, y pasa a ser de corriente alterna para que los electrodomésticos y otros productos eléctricos puedan funcionar en sus niveles normales.

De acuerdo a lo definido en el diagrama de flujo, las variables que han tenido mayor relevancia para la elección del inversor han sido la carga admitida por el inversor y la potencia nominal del mismo. Entre los módulos VICTRON PHOENIX MULTI C 24/800/16-16 y APS APS 500W, el regulador que va a tener la mejor adaptación será el equipo con marca *PHOENIX*.

- Tensión sistema DC: 24 V
- Tensión salida AC: 110 V
- Potencia máxima: 403 W

**CASA PUERTO NARIÑO**  
**DISEÑOS ELÉCTRICOS**

- Coeficiente Simultaneidad: 0.7
- Potencia mínima necesaria: 282 W
- Factor de seguridad: 0.8
- Potencia de cálculo : 353 W

• INVERSOR CARGADOR / • INVERSOR

W cal.  W Min

Carga max.  Carga min.

CARACTERÍSTICAS INVERSOR CARGADOR [Cambiar](#)

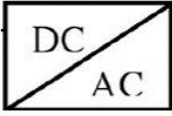
Coef. simulta. (0-1)  Factor seguridad

198 % **VICTRON PHOENIX MULTI C 24/800/16-16**

W nominal  W continua

Capacidad de carga

Eficiencia  N° uds



Módulo elegido

• INVERSOR CARGADOR / • INVERSOR

W cal.  W Min

Carga max.  Carga min.

CARACTERÍSTICAS INVERSOR CARGADOR [Cambiar](#)

Coef. simulta. (0-1)  Factor seguridad

142 % **APS APS 500W**

W nominal  W continua

Capacidad de carga

Eficiencia  N° uds

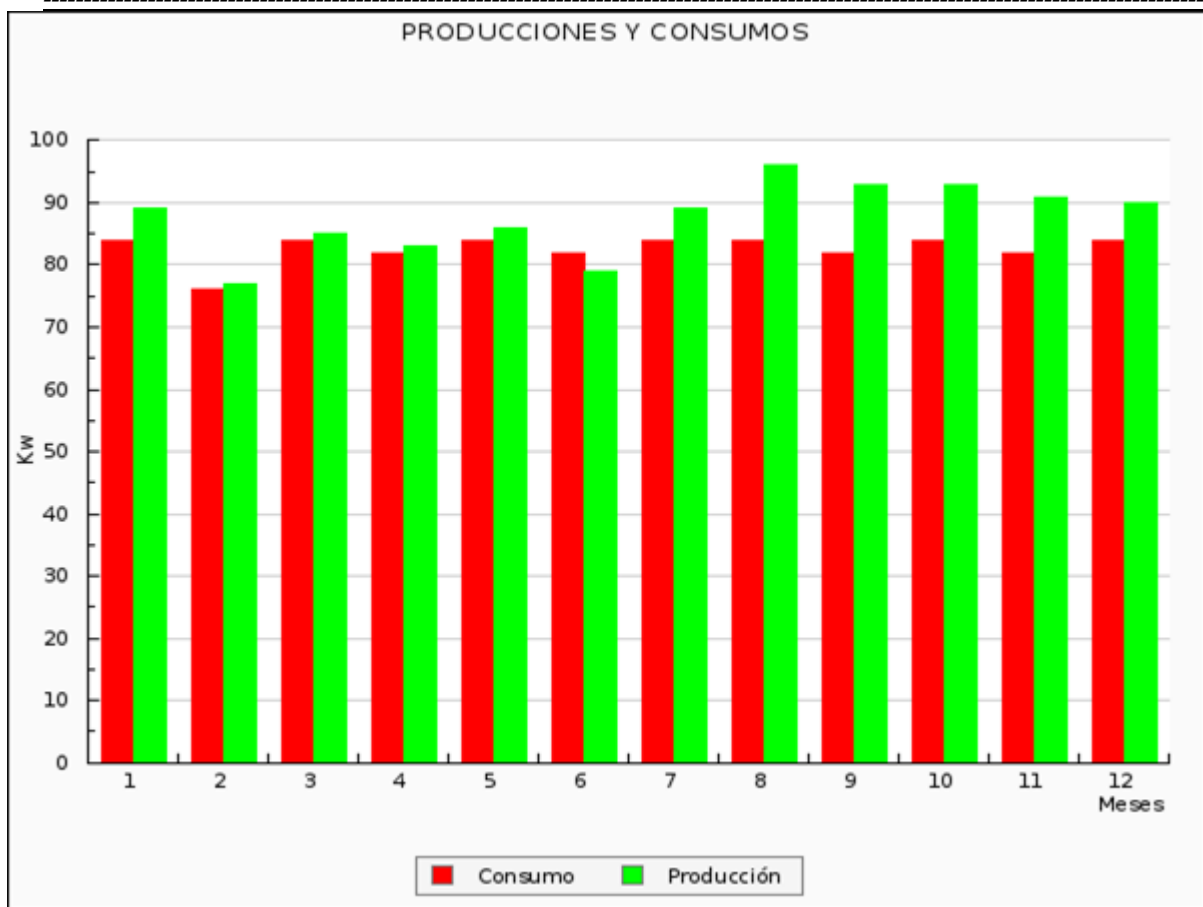
Con respecto a los datos descritos en este documento y a las características descritas en las especificaciones técnicas, teniendo en cuentas las pérdidas por temperatura del sistema, se obtiene la siguiente tabla comparativa de consumos y producción estimados a lo largo de un año.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Consumo	84	76	84	82	84	82	84	84	82	84	82	84
Producción	89	77	85	83	86	79	89	96	93	93	91	90

Consumo total al año: 992 KW

Producción total al año: 1051 KW

**CASA PUERTO NARIÑO  
DISEÑOS ELÉCTRICOS**



Para conocer el total de kg/año CO<sub>2</sub> evitados, se ha consultado la información digitalizada por parte de la “*International Energy Agency (IEA)*”, donde se reúnen las emisiones de los distintos países del mundo, se tiene que para Colombia la emisión de carbono anhidrita gramos de CO<sub>2</sub> por kWh de electricidad producida, depende de la combinación de fuentes de energía utilizada para producir energía.

Por lo tanto, las emisiones de CO<sub>2</sub> por kWh de electricidad y calor por generación, son calculadas, según la suma de las distintas fuentes, tales como: combustibles fósiles, hidráulica (sin almacenamiento por bombeo), geotérmica, solar y biomasa. Arrojando que para el territorio nacional la media es de 175.737 kWh producidos con fuentes no renovables, lo que daría una emisión ahorrada de 184.70 kg kg/año CO<sub>2</sub>, para puerto Nariño.

Pero según la información consultada en la legislación nacional, en el artículo 1 de la Ley 855 de 2003, existe algunas zonas no interconectadas al sistema interconectado nacional, dentro de las que se encuentra Leticia, Amazonas.

De tal forma, que en el apartado de la CREG dedicado para las zonas no interconectadas, se tiene que en estos sectores, la prestación del servicio se hace



**CASA PUERTO NARIÑO**  
**DISEÑOS ELÉCTRICOS**

---

principalmente mediante plantas de generación diésel, paneles solares y pequeñas centrales hidroeléctricas, lo cual hace que varíe el cálculo de las emisiones y se tenga como se presenta a continuación:

Para encontrar la producción de CO<sub>2</sub> g/KWh media de Puerto Nariño, se realizará una media entre las posibles principales fuentes de generación de energía, tomando los cinco valores de la siguiente tabla y dividiendolos entre 5, adicionando una posible fuente de energía no emisora de gases contaminantes, que existiera en el momento de ejecución del proyecto, dando un valor de 660 CO<sub>2</sub> g/KWh

	Fuel	CO <sub>2</sub> g/kWh
1	Other bituminous coal	840
2	Sub bituminous coal	930
3	Lignite brown coal	950
4	Patent fuel	860
5	Natural gas	380

Ingresando la media obtenida, en el programa *sunearthtools* se realiza en comparación con el consumo energético calculado (992 KW), los que nos genera un total de 654.72 kg/año CO<sub>2</sub> evitados, como se muestra en la siguiente tabla:

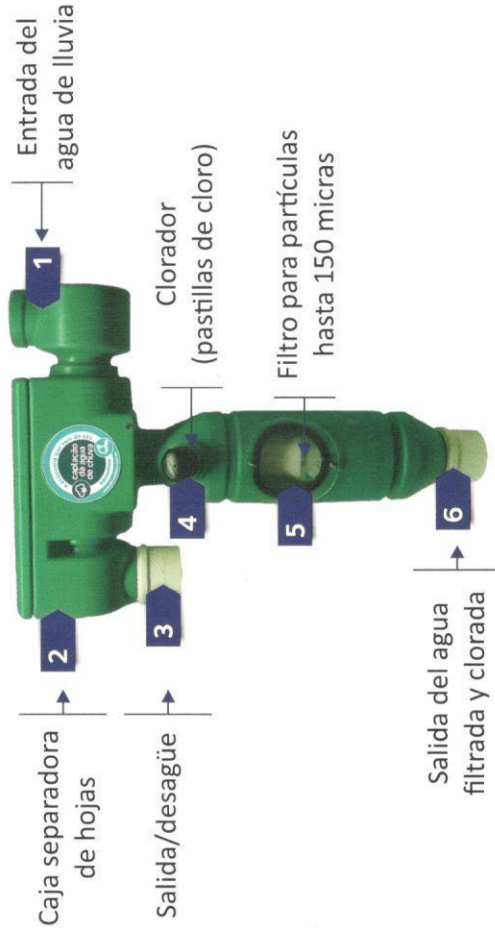
Energy kWh	Electricity mix
Cálculo de CO <sub>2</sub> para producir electricidad en kWh	
992	
CO <sub>2</sub> grammes/kWh	CO <sub>2</sub> kg Emissions
660	654.72 kg

## **5. - CONCLUSIONES**

- Según comparación elemento a elemento, se ha escogido los equipos que mejor se adaptan a las necesidades de generación de energía para una casa tipo en el municipio de puerto Nariño.
- La viabilidad en la construcción del sistema de paneles solares es alta, ya que sin utilizar un gran espacio en los techos, se puede suplir toda la necesidad energética de cada hogar.
- Teniendo en cuenta la localización geográfica de la zona, es posible concluir que la mejor inclinación de los paneles es de 15°, con respecto a la horizontal.
- Las emisiones de dióxido de carbono evitadas, son un factor adicional que hace factible la instalación de este sistema, debido al movimiento mundial en pro de las energías verdes.
- Los equipos que fueron arrojados a partir del software calculation solar, fueron los de mejor adaptación en las condiciones del sistema, ya que este hace una relación entre los principales productos existentes en el mercado, la energía necesaria según las coordenadas de latitud y longitud.

ANEXO 1 PLANOS Y MEMORIAS  
ANEXO HIDRÁULICO  
Llueve Lluvia - Manual

## ¡La instalación y el montaje de su equipo son fáciles!



### ¿Cómo instalar?

Elegir un espacio en la pared cerca del canalón que será utilizado y arriba del depósito de agua. La altura del equipo ChoveChuva debe ser de fácil acceso para la realización del mantenimiento de sus componentes.

Fijar el soporte en la pared y encajar el equipo ChoveChuva.

Conectar el tubo del canalón con la entrada de ChoveChuva (1). Todas las entradas y salidas son, por defecto, proyectadas para conectarse con tubos de 100 mm.

Conectar un tubo con el dispositivo de salida/desagüe (3) para desaguar el agua con residuos a un lugar deseado, porque en esta etapa se desecha cerca de un 10% de agua con hojas y detritos.

Añadir dos pastillas de cloro en el recipiente del clorador (4). Los índices ideales de cloro en el agua varían de 0,4 a 1,0 ppm, y del pH son entre 6,5 e 7,5 ppm. Se pueden verificar esos datos utilizando el kit de análisis. Para controlar los índices de cloro en el agua, gire el botón de acrílico. Para reducir la cloración en el agua: Gire para la izquierda. Para aumentar la cloración en el agua: Gire para la derecha.

La salida principal de ChoveChuva (6) debe tener un tubo para ser conectado con el depósito. En este punto, el agua saldrá lista para ser utilizada, filtrada y clorada. Una buena idea: Utilizar el equipo ChoveChuva para captación del agua y bombearla del depósito a la caja principal, lo que genera una economía en la factura del agua.

### ¿Cómo realizar el mantenimiento?

Periódicamente, es importante limpiar la caja separadora (2), pues esa retiene los detritos más grandes del inicio de la lluvia. Para limpiarla: abrir la tapa, retirar el cono de acero y hacer la limpieza manualmente. Después de limpiar, cerrar la tapa y mantenerla siempre cerrada.

Siempre verificar la calidad del agua del depósito, para tanto utilizar el kit de análisis que acompaña el equipo ChoveChuva. Si observar que el nivel de cloro en el agua es cero, es necesario hacer la reposición de las pastillas de cloro en el depósito o verificar la regulación del clorador (4). Atención: Para mantener el agua siempre desinfectada, nunca dejar el ChoveChuva sin cloro, según la Disposición n.º 518 del Ministerio de Salud.

Por medio de la pantalla de acrílico (5), verificar las condiciones del filtro micra y, cuando necesario, removerlo para lavado o sustitución.

Periódicamente, limpiar los canalones, las cajas y el depósito.



**Hidrologia**  
ideas sostenibles

Tel: 55.31. 3313-1211

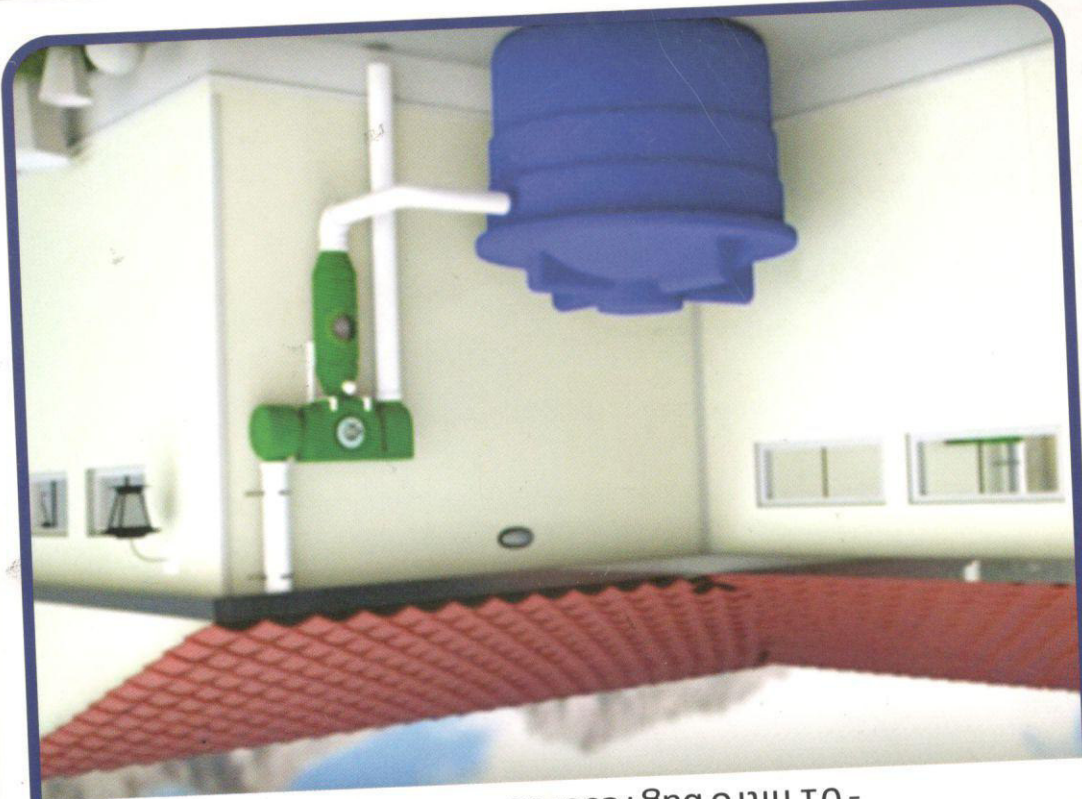
e-mail: [lluevelluvia@lluevelluvia.com](mailto:lluevelluvia@lluevelluvia.com)  
[www.lluevelluvia.com](http://www.lluevelluvia.com)

ANEXO 1 PLANOS Y MEMORIAS  
ANEXO HIDRÁULICO  
Llueve Lluvia Componentes

?Guía de Instalación y Mantenimiento de ChoveChuva.

El kit ChoveChuva contiene:

- 01 aparato ChoveChuva
- 01 soporte para fijación
- 01 kit de análisis del agua
- 02 guantes de PVC de 100mm
- 200g de cloro en pastillas
- 01 filtro bag reserva



ANEXO 1 PLANOS Y MEMORIAS  
ANEXO HIDRÁULICO  
Memorias hidráulicas Puerto Nariño-Amazonas

*CASA PUERTO NARIÑO  
DISEÑOS HIDROSANITARIOS*

---

**ESTUDIOS Y DISEÑOS  
INSTALACIONES HIDROSANITARIAS**

**CASA PUERTO NARIÑO - AMAZONAS**

**MUNICIPIO DE PUERTO NARIÑO  
DEPARTAMENTO DE AMAZONAS  
2017**



## **1.- OBJETIVO**

Diseñar las redes de agua potable de la vivienda

Diseñar las redes de aguas residuales y aguas lluvias de la vivienda

## **2.-LOCALIZACION**

El proyecto se encuentra ubicado en la ciudad de puerto Nariño en el departamento de amazonas.

## **3.- GENERALIDADES**

El proyecto es reubicación de 258 unidades de viviendas en puerto Nariño. Para la determinación de los consumos se utiliza el método de factor de simultaneidad, las perdidas por fricción se calculan con la fórmula de HAZEN-WILLIAMS.

## **4.- ESPECIFICACIONES DE TUBERIAS**

### **Redes internas**

Tuberías D = 1/2" PVC presión RDE 13.5

### **Redes de acometidas**

Tuberías  $\geq$  3/4" PVC presión RDE21

Las redes de abasto de la casan se encuentran construidas en PVC-P.

Como el PVC tiene un coeficiente de expansión térmica mayor que el de los demás materiales convencionales, se debe tener en cuenta los siguientes aspectos de instalación: en caso de almacenamiento a la intemperie, los tubos y los accesorios deben cubrirse con polietileno.

Para el almacenamiento de la tubería en obra, debe soportarse horizontalmente en toda su longitud, el piso debe estar libre de puntillas y elementos que puedan dañar la tubería. La altura máxima a que debe almacenarse la tubería es de 1.5m.

Toda la red se probará dejándola llena de agua con algún colorante para detectar fugas.

El material seleccionado para el relleno, puede ser arena gruesa o recebo libre de piedras.

La tubería y los accesorios son fabricados con compuestos de policloruro de vinilo rígido tipo II grado I, según NTC369, y las especificaciones de calidad son las siguientes:

Absorción de agua: los tubos o accesorios no aumentaran de peso en más de 0.3%.  
Impacto: la mínima resistencia al impacto de las tuberías será de 5.50kg-m a 0°C y la mínima resistencia al impacto de los accesorios será de 0.70 kg-m a 0°C Soldadura: las uniones de tubos y accesorios hechos con soldadura liquida no tendrán escapes, cuando sean sometidos a una presión interna de 50psi

### **Redes internas sanitarias**

Tubería PVC-S D = 3"

Tubería PVC-S D = 4"

## **5.- NORMAS APLICABLES**

**REDES HIDROSANITARIAS** – NTC 1500- código colombiano de fontanería

## **6.- RED DE ABASTO**

El sistema de abasto del edificio multifamiliar tendrá su alimentación de la red externa de existente por el frente del predio en (2") de diámetro, con conexión directa a la red interna.

### **6.1 CALCULOS HIDRAULICOS**

#### **Cuadro 1. Inventario de salidas**

<b>PISOS</b>	<b>Lavamanos</b>	<b>Inodoro Tanque</b>	<b>Duchas</b>	<b>Lavaplatos</b>	<b>Lavadero</b>	<b>TOTAL</b>
1	1	1	1	1	1	5
TOTAL	1	1	1	1	1	5

❖ Cálculo del consumo

Cálculo por factor de simultaneidad:

Se aplica la ecuación:

$$FS = 1/(n-1)^{1/2}$$

#### **Cuadro 2. Cálculo de consumos**

**CASA PUERTO NARIÑO**  
**DISEÑOS HIDROSANITARIOS**

APARATOS	CANTIDAD	Consumo (L/s)	CAUDAL POSIBLE (L/s)
Lavamanos	1	0,10	0.10
Inodoro de tanque	1	0,15	0.15
Duchas	1	0,20	0.20
Lavaplatos	1	0.13	0.13
Lavadero	1	0.19	0.19
<b>TOTAL</b>			<b>0.77</b>

Factor de simultaneidad (FS) para 4 aparatos = FS = 0,50

Caudal posible (Qp)= 0.77 L/s

Consumo total (Qt) = Qp \* FS

**Qt = 0.57 l/s x 0.50 = 0.38 L/s**

Para dicho consumo el diámetro del tramo principal es de 1/2". Para una velocidad de 2m/s el caudal es de 0.52 L/s

VELOCIDAD m/s	GASTO EN AGUA EN L/s PARA TUBERIA PVC						
	DIAMETRO DE TUBERIAS EN PULGADAS						
	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	3
0.50	0.13	0.22	0.35	0.57	0.75	1.17	2.54
1.00	0.26	0.44	0.72	1.14	1.50	2.34	5.08
1.50	0.39	0.66	1.08	1.71	2.25	3.51	7.62
2.00	0.52	0.88	1.44	2.28	3.00	4.68	10.16

❖ Diámetro de las acometidas

**Cuadro 3. Valores de diámetros en pulgadas**

DIAMETRO (pulgadas)	Velocidad Máxima (m/s)	Caudal Máximo (L/s)	PERDIDAS (mm) PVC
½	2	0.25	0.426
1	2	1.01	0.190
1 1/2	2	2.28	0.118
2	2	4.10	0.085
2 1/2	2	6.33	0.065
3	2	11.40	0.080

❖ Cálculo del medidor

**CASA PUERTO NARIÑO**  
**DISEÑOS HIDROSANITARIOS**

**Cuadro 4. Valores de consumos en l/s para tamaños de medidor**

TAMAÑO MEDIDOR (pulgadas)	Límite de caudal Mínimo (L/s)	Límite de caudal Máximo (L/s)	Perdidas (Lbs/pulg2)
½	0.06	0.83	6
1	0.19	3.34	6
1 1/2	0.32	6.31	9
2	4,16	8.33	12

**Cuadro 5. Valores de consumos en m³/mes para tamaños de medidor**

TAMAÑO MEDIDOR Pulgadas	CONSUMO m³/mes
½	0 – 120
1	121 – 350
1 1/2	351 – 1200

Para dicho consumo, el medidor es de 1/2" y domiciliaria de 1/2".

Trayecto	Número. De aparatos sanitarios	Factor de simultaneidad	unidades de consumo	Q máximo posible (L/s)	Q máximo probable (L/s)	Diámetro mínimo (Pulg)	Diámetro nominal (Pulg)	Diámetro efectivo (m)	Velocidad real (m/s)	radio	área	V(m/s)
7-oct												
1 a 2	1	1,000	2,000	0,150	0,150	0,384	1/2	0,018	0,577			
2 a 3	2	1,000	2,000	0,340	0,340	0,577	1/2	0,018	1,307	0,009	0,0003	1,307
3 a 4	3	0,707	3,000	0,540	0,382	0,612	1/2	0,018	1,468	0,009	0,0003	1,468
4 a 5	4	0,577	5,000	0,640	0,370	0,602	1/2	0,024	0,845	0,012	0,0004	0,845
6 a 5	1	1,000	10,000	0,130	0,130	0,357	1/2	0,024	0,297	0,012	0,0004	0,297
5-M	5	0,500	15,000	0,770	0,385	0,614	1/2	0,024	0,880	0,012	0,0004	0,880

Aparato	Caudal mínimo requerido litros por segundo
Ducha	0,2
W.C.	0,15
Lavadero	0,19
Lavamanos	0,1
Lavaplatos	0,13

## 8.- RED DE DESAGÜES

### 8.1 SISTEMA DE DESAGUE

Los desagües sanitarios y pluviales funcionan por gravedad. Las aguas se transportarán mediante colectores colgados de la losa hasta la bajante, de acuerdo con las cotas en el edificio. Los colectores de aguas lluvias estarán instalados 10 cm por encima de los de aguas sanitarias.

La pendiente y los diámetros de cada tramo, se calculan por la fórmula de Manning con  $n = 0.009$  para PVC. Se aceptan velocidades como sigue:

Redes de Agua negra       $V \geq 0.45$  m/s  
Redes de Agua lluvia       $V \geq 0.8$  m/s

### AGUAS RESIDUALES

Los caudales de agua sanitaria se calcularon por el método de unidades sanitaria descarga o de Hunter. El caudal de aguas servidas será vertido a una planta de tratamiento de aguas residuales.

**Cuadro 6 Cargas máximas permisibles para tubos de desagüe sanitario**

En unidades de aparato		Bajante - No mayor de tres Pisos	Bajante - más de 3 pisos	
Diámetro Nominal	Cualquier Ramal		Total Tallo	Total piso
1 1/4 (1)	1	2	2	1
1 1/2 (1)	3	4	8	2
2(1)	6	10	24	6
3	20 (2)	30(3)	60(3)	16(2)
4	160	240	500	90
6	620	960	1900	350

Fuente: NTC1500

**Cuadro 7. Asignación de unidades de descarga**

Aparato	Asignación U. D.
Ducha	2
Lavamanos	2
Lavaplatos	1
Inodoro tanque	4
lavaplatos	2
lavaderos	2
Lavadoras	2
Desagüe de piso	1

**CASA PUERTO NARIÑO**  
**DISEÑOS HIDROSANITARIOS**

**Cuadro 8. Unidades de descarga y diámetro colector**

DIÁMETRO	P = 1%	P = 2%
4"	114	150
6"	510	720
8"	1290	1860
10"	2520	3600

**Cuadro 9. Cálculo colector de piso Aguas Residuales casa**

TRAMO	CAUDAL				DIMENSION		PEND. (%)	CAPACIDAD A TUBO LLENO		RELACIONES HIDRAULICAS				Ft kg/m <sup>2</sup>
	Unidades propias	Unidades acumuladas	Máxima	Q acumuladas (L/s)	Longitud (m)	Diámetro (pulg)		Qo (L/s)	Vo (m/s)	Q/Qo (L/s)	Y/y	V/v	D/d	
lvp-1	2	0	20	2.19	1.10	3	1%	3.26	0.71	0.67	0.670	0.942	0.595	0.19
1-feb	2	4	20	2.19	1.49	3	1%	3.26	0.71	0.67	0.670	0.942	0.595	0.19
2-mar	2	6	20	2.19	2.60	3	1%	3.26	0.71	0.67	0.670	0.942	0.595	0.19
3-TG	2	8	20	2.19	1.20	3	1%	3.26	0.71	0.67	0.670	0.942	0.595	0.19

## 9.-AGUAS LLUVIAS

### 9.1.- Cálculo Bajantes de Aguas Lluvias

Para el cálculo de los caudales a descargar por las bajantes de aguas residuales se hizo uso del método racional. Se utilizó una intensidad de precipitación de 150mm/hr (0.0278 L/s/m<sup>2</sup>) y un coeficiente de retorno del 100%.

Con ello y las áreas de la CUBIERTA, se calculó el diámetro de cada bajante que permitirá descargar cada área tributaria o la suma de ellas.

Las aguas lluvias provenientes de la terraza se recogen por medio de bajantes que llegan hasta el primer piso, allí se conectan al colector de aguas lluvias con entrega final a red de aguas lluvias.

Para las bajantes se utilizará tubería PVC y para estimar la capacidad hidráulica se adoptan las recomendaciones del ingeniero Rafael Pérez Carmona:

$$Q = 1,75 \times r^{5/3} \times d^{8/3}$$

r = relación área de anillo agua- área total sección del tubo; r recomendado igual a 1/3.

d= Diámetro de la sección en pulgadas.

Para el cálculo del caudal de agua lluvia se utiliza el método racional americano.

**CASA PUERTO NARIÑO**  
**DISEÑOS HIDROSANITARIOS**

$$Q = C \times I \times A$$

I = intensidad de la lluvia, se escoge un caudal unitario de 0.0278 l / s / m<sup>2</sup>. Lo que corresponde en Colombia para una frecuencia de 5 años aproximadamente.

C = coeficiente de impermeabilidad según superficie, para cubiertas C = 1.

A = Área de la proyección de la cubierta en m<sup>2</sup>

Q = 1 x 0.0278 x Área de la proyección de la cubierta en m<sup>2</sup>.

**Método de cálculo:** Áreas tributarias

**Cuadro 10. Diámetro vs. Área- bajantes de aguas lluvias (BALL)**

DIÁMETRO	AREA m <sup>2</sup>
3"	170
4"	335
6"	1000

**Cuadro 11. Diámetro vs. Pendiente colector**

DIÁMETRO	PENDIENTE	
	1%	2%
4"	173	246
6"	488	697
8"	1023	1488
10"	1814	2557

A continuación, se resumen los cálculos de las áreas tributarias y sus bajantes de aguas lluvias, con los caudales equivalentes a descargar.

**Cuadro 12. Calculo Áreas Tributarias y Bajantes de Aguas Lluvias.**

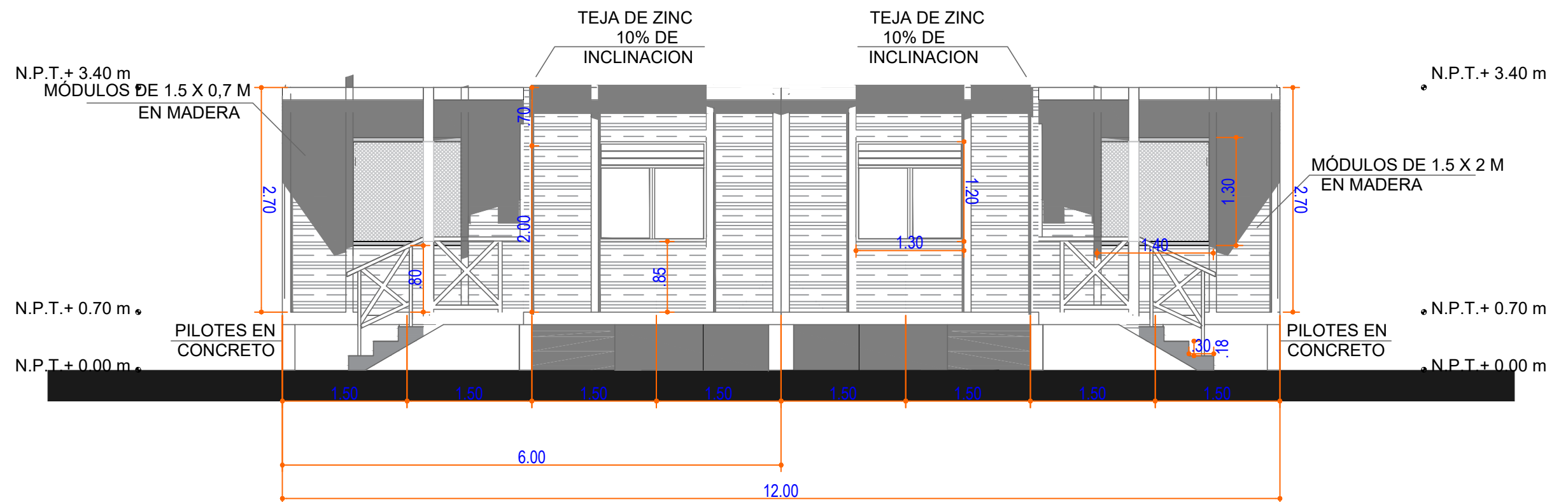
No de bajante	Proyección horizontal en m <sup>2</sup>			Caudal (L/s)	Dimensión	
	Propia (m <sup>2</sup> )	Acumulada (m <sup>2</sup> )	Máxima (m <sup>2</sup> )		L (m)	(pulg)
1	21	0	170	0.58	3.30	3
2	21	0	170	0.58	3.30	3
3	21	0	170	0.58	3.30	3
4	21	0	170	0.58	3.30	3

ANEXO 1 PLANOS Y MEMORIAS  
PLANOS ARQUITECTONICOS  
Alzado Derecho E Izquierdo Mvra



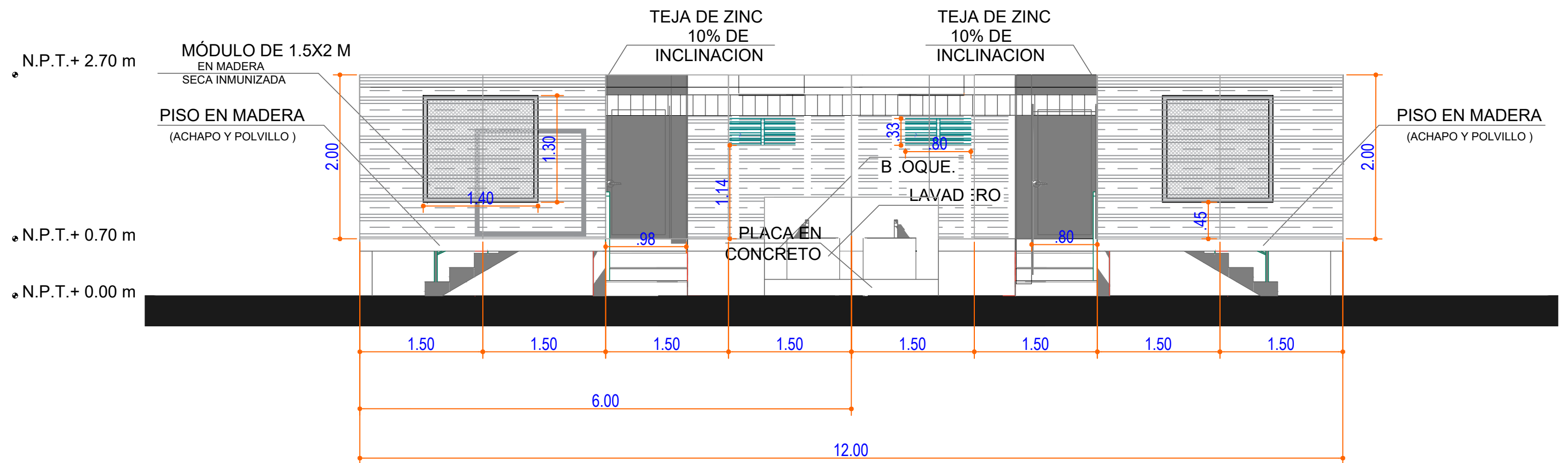


ANEXO 1 PLANOS Y MEMORIAS  
PLANOS ARQUITECTONICOS  
Alzado Frontal Mvra



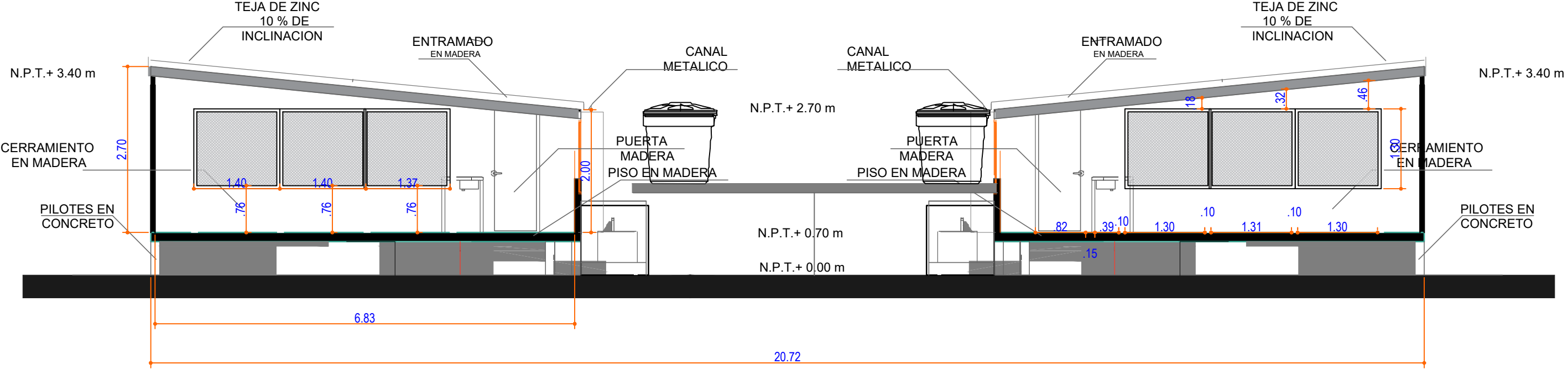
ALZADO FRONTAL

ANEXO 1 PLANOS Y MEMORIAS  
PLANOS ARQUITECTONICOS  
Alzado Posterior Mvra



ALZADO POSTERIOR

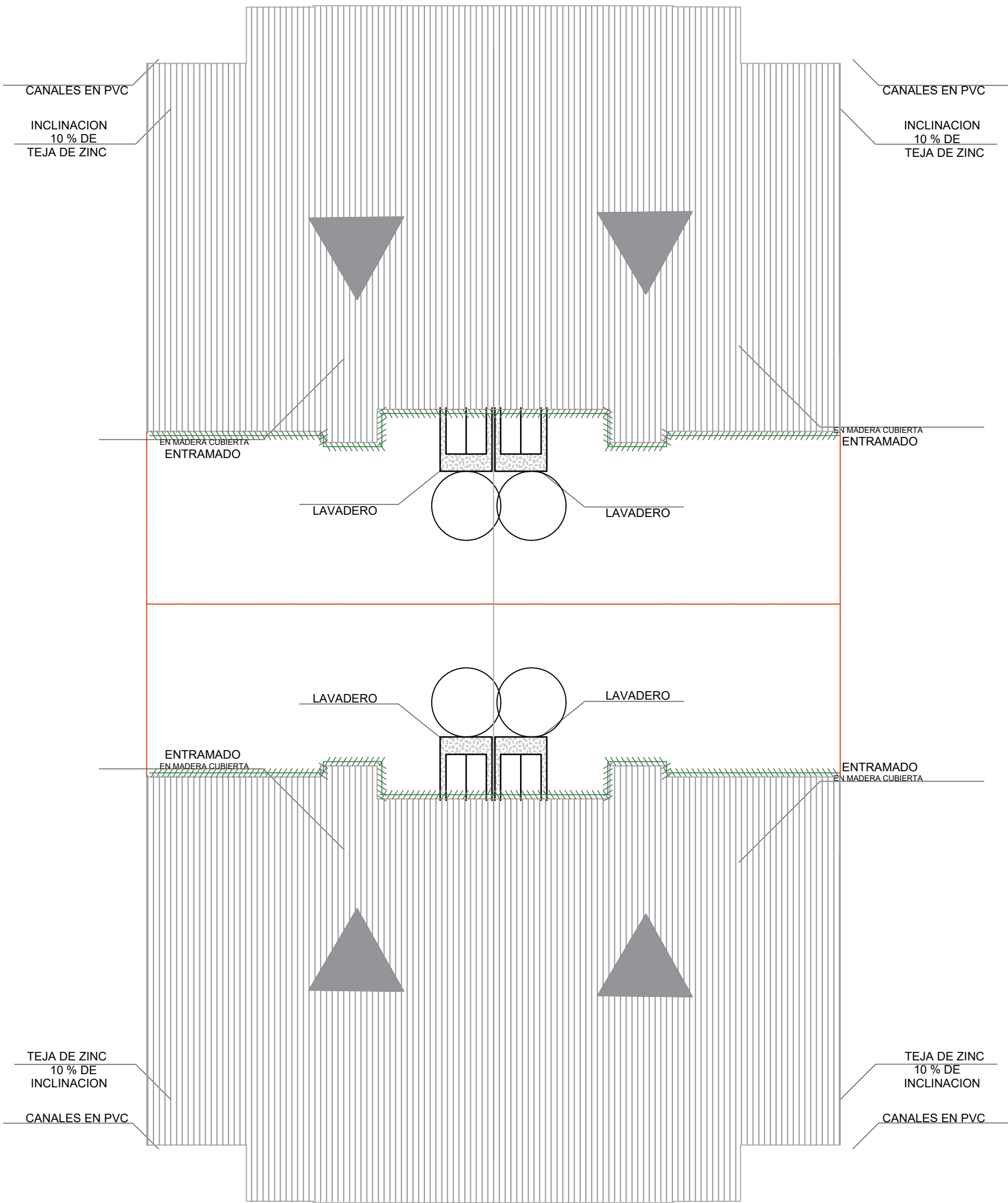
ANEXO 1 PLANOS Y MEMORIAS  
PLANOS ARQUITECTONICOS  
Corte Mvra



CORTE A-A

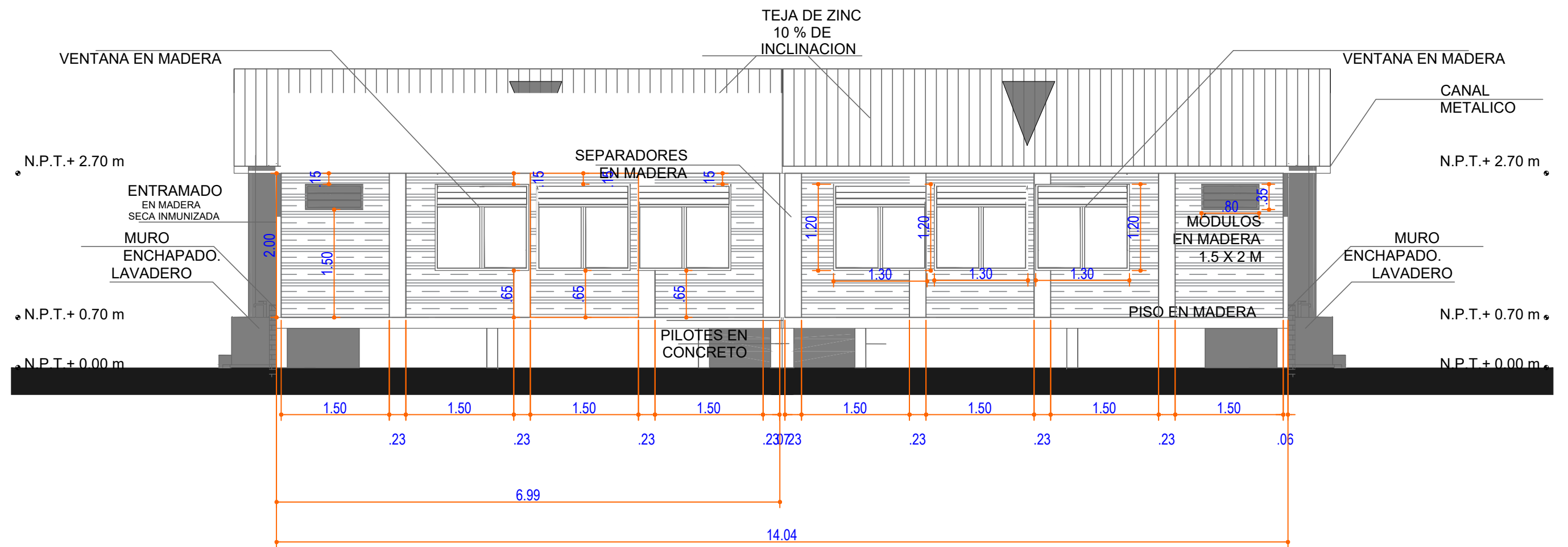
ANEXO 1 PLANOS Y MEMORIAS  
PLANOS ARQUITECTONICOS  
Cubierta Mvra





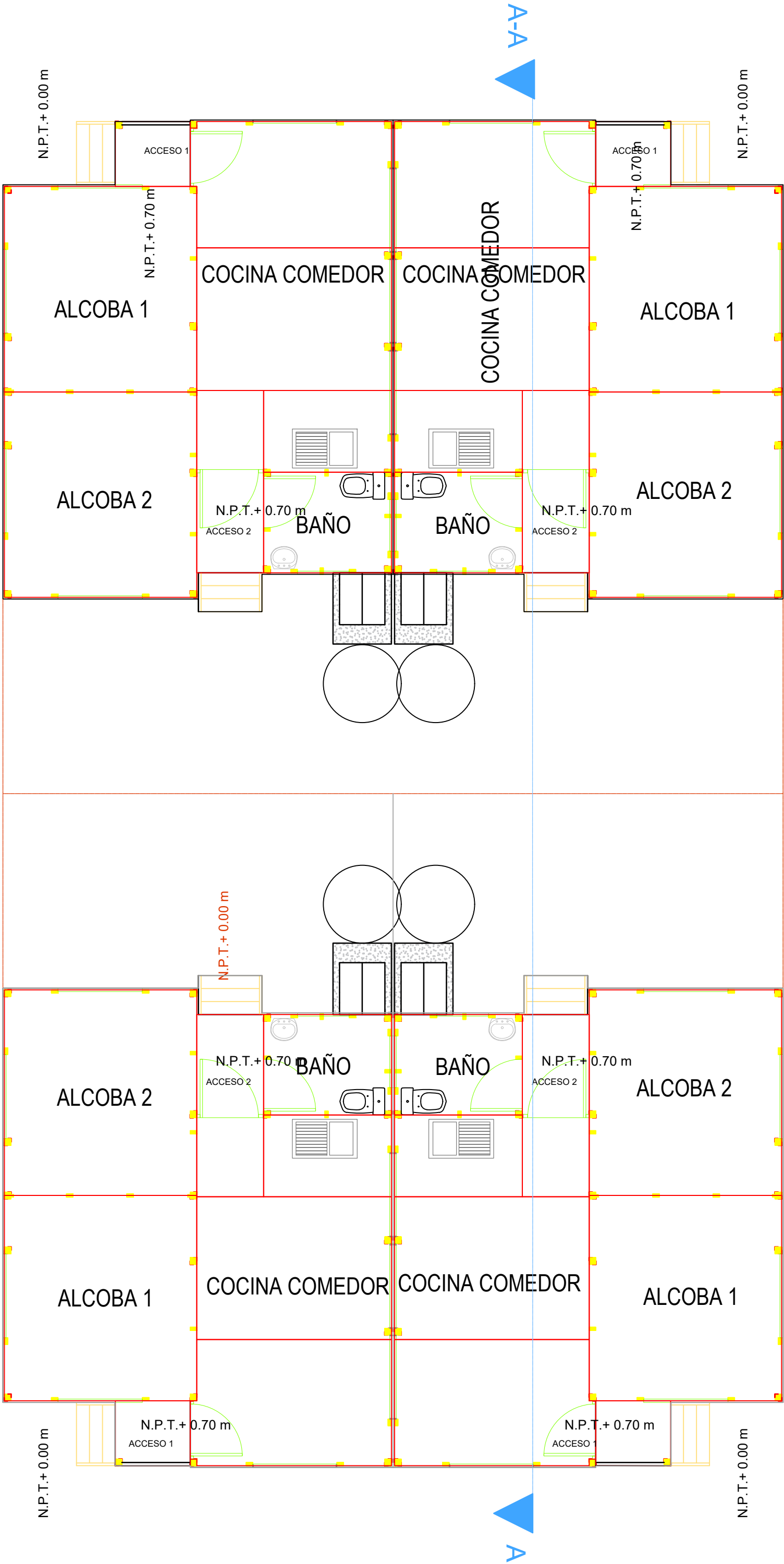
PLANTA CUBIERTAS

ANEXO 1 PLANOS Y MEMORIAS  
PLANOS ARQUITECTONICOS  
Fachada Posterior Mvra



FACHADA POSTERIOR

ANEXO 1 PLANOS Y MEMORIAS  
PLANOS ARQUITECTONICOS  
Planta Módulo Mvra



## ANEXO 2 INVITACIÓN A COTIZAR

INVITACIÓN A COTIZAR  
SOLICITUD DE OFERTA  
ARQUIFUTURO CONSTRUCCIONES LTDA

DE

**INVITACIÓN A COTIZAR  
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS  
SUMINISTRO Y FABRICACION PANELES MVRA  
INCLUYE EQUIPOS, MANO DE OBRA Y MATERIALES**

## **1 INTRODUCCIÓN**

Que ARQUIFUTURO CONSTRUCCIONES LTDA, adelanta la contratación para la fabricación modular de MVRA (Modulo de vivienda de interés social rural autosostenible).

La presente invitación a cotizar, es de carácter privado y tiene por objeto recibir ofertas económicas para la Fabricación mediante el sistema de Outsourcing, de los módulos de vivienda de interés social requeridos para el contrato 001 DE 2020 suscrito por el contratante ARQUIFUTURO CONSTRUCCIONES LTDA con ENTIDAD CONTRATANTE.

## **2 INVITACIÓN**

Mediante la presente invitación a cotizar, ARQUIFUTURO CONSTRUCCIONES LTDA, está interesada en recibir ofertas económicas y técnicas para la, **FABRICACION DE MODULOS SEGÚN LOS DISEÑOS SUMINISTRADOS POR EL CONTRATANTE, LA CUAL INCLUYE, EQUIPOS, MANO DE OBRA Y TODOS LOS MATERIALES POR EL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y PLAZO FIJO.**

## **3 DOCUMENTOS ADJUNTOS PARA EL ANÁLISIS DE LA COTIZACIÓN**

Para el estudio, preparación y presentación de la oferta económica, ARQUIFUTURO CONSTRUCCIONES LTDA., adjunta los siguientes documentos:

- Invitación a cotizar y términos de referencia
- Anexo 01. Carta remisoría
- Anexo 02. Compromiso de confidencialidad
- Anexo 03. Lista de cantidades, Minuta del contrato y Planos

**INVITACIÓN A COTIZAR  
SOLICITUD DE OFERTA  
ARQUIFUTURO CONSTRUCCIONES LTDA**

**ARQUIFUTURO CONSTRUCCIONES LTDA.**, anexa las cantidades estimadas del proyecto, sin ningún compromiso por parte del **CONTRATANTE** ya que será responsabilidad del **OFERENTE** la determinación de las actividades, cantidades y precios que satisfagan los requerimientos de la invitación a cotizar, los términos de referencia, planos, especificaciones y procesos. En consecuencia, no se reconocerá pago adicional por omisiones o errores en la determinación de los ítems, actividades y precios de la oferta. Dentro de los documentos de la presente solicitud de cotización, se incluyen los planos de las diferentes especialidades, dando un concepto general del proyecto, es responsabilidad del oferente revisar toda la información, con el fin de ajustar su oferta teniendo en cuenta la incidencia de las restantes especialidades en su propuesta.

#### **4 ACLARACIONES**

Si el oferente encuentra discrepancias o contradicciones, o que tenga dudas sobre la interpretación, significado o alcance de cualquiera de las condiciones establecidas en la Invitación a cotizar y Especificaciones Técnicas, deberán darlas a conocer a ARQUIFUTURO CONSTRUCCIONES LTDA. mediante el mismo archivo de Excel relacionado. La presentación de la oferta por parte del OFERENTE, constituye evidencia de que estudió completamente los Términos de Referencia, planos, anexos y demás documentos que hacen parte de esta invitación y que recibió las aclaraciones necesarias por parte de ARQUIFUTURO CONSTRUCCIONES LTDA., sobre inquietudes o dudas previamente consultadas, y que ha aceptado que estos son completos, compatibles y adecuados para identificar el objeto del contrato; que ha tenido en cuenta todo para fijar los precios, plazos y demás aspectos de la oferta necesarios para la debida ejecución del objeto.

La fecha máxima para presentar preguntas es el viernes 6 de noviembre de 2020.

#### **5 DOCUMENTOS ANEXOS A LA OFERTA**

Los siguientes documentos deben ser entregados de forma física y digital.



**INVITACIÓN A COTIZAR  
SOLICITUD DE OFERTA  
ARQUIFUTURO CONSTRUCCIONES LTDA**

1. Carta remisoría completamente diligenciada.
2. Carta de compromiso de confidencialidad.
3. Oferta económica que incluye:
  - Cuadro de la cotización, completamente diligenciado, impreso y en medio digital.  
Anexo 03. **EN FORMATO DE EXCEL O ARCHIVOS COMPATIBLES, NO SE ACEPTAN DOCUMENTOS EN PDF**, con precios redondeados al peso.
  - Plan de calidad: el oferente debe incluir el plan de calidad a ejecutar para llevar a cabo las actividades de su oferta, este plan de calidad debe contener los siguientes ítems:
    - Póliza de seriedad de la oferta.
    - Certificación firmada por el representante legal en la cual garantice la revisión de todos los planos y documentos recibidos en la licitación.

## **6 PLAZO**

El contratista dentro de su propuesta deberá presentar el análisis de tiempos en un programa Project, evaluando según su capacidad de producción el tiempo real total, también será válido que, este cronograma se presente con entregas parciales de módulos.

Una vez el contrato sea revisado por las partes, debe ser firmado por el oferente adjudicado, para la posterior solicitud de pólizas, cuando las pólizas sean entregadas a EL CONTRATANTE se dará por legalizado el contrato.

La DIRECCIÓN DE PROYECTO pactará con el oferente adjudicado, entregas parciales conforme a la programación general de la obra.

La DIRECCIÓN DE PROYECTO se reserva el derecho de modificar la programación de obra de acuerdo a las necesidades del proyecto.

Una vez se notifique la selección del oferente ganador, las obligaciones que emanan del

DE

**INVITACIÓN A COTIZAR  
SOLICITUD DE OFERTA  
ARQUIFUTURO CONSTRUCCIONES LTDA**

contrato comenzarán a regir.

En caso de que, una vez elegido EL CONTRATISTA, y pasados quince (15) días calendario no se haya firmado el Acta de Inicio, después de firmar el contrato, se dará por entendido un desistimiento del contrato lo cual se deduce como su intención de no adelantar la labor contratada, la presente oferta se resolverá de pleno derecho, sin perjuicio de la aplicación de la cláusula penal establecida en el contrato y la aplicación de la póliza de seriedad de la oferta.

## **7 ENTREGA DE LA OFERTA**

Las ofertas deberán ser entregadas en sobres cerrados antes de las \_\_ p.m. del día \_\_ de \_\_ de \_\_, en las oficinas de obra de ARQUIFUTURO CONSTRUCCIONES, ubicadas en la **Calle 160 NO 58-50** de la ciudad de Bogotá D.C., como se indica a continuación.

Sobre N°1: oferta **económica** en físico y en medio digital de acuerdo a lo descrito: **Oferta técnica** en físico y medio digital de acuerdo a lo descrito

ARQUIFUTURO CONSTRUCCIONES LTDA.

Atn. Arq. Oswaldo Pedraza R.

Dirección. Calle 160 No 58-50. Bogotá.

E-mail. [arquifuturo@hotmail.com](mailto:arquifuturo@hotmail.com); [arquifuturo@gmail.com](mailto:arquifuturo@gmail.com)

Teléfonos de contacto.

ANEXO 3 COTIZACIONES  
Cotización Industrias Gabicol SAS

**CONTIENE: PRESUPUESTO GENERAL FABRICACIÓN PANELES EN MADERA MVRA. Incluye insumos eléctricos e hidrosanitarios.**  
**FECHA: Agosto 20 de 2020. PROPONENTE: Industrias Gabicol**

	DESCRIPCIÓN	UND	CANT	VR. UNIT	VR. PARCIAL	VR. UNITARIO
<b>1.0</b>	<b>CARPINTERIA DE MADERA</b>					\$ 70.285.000,00
1.1.1	Suministro e instalación viga madera .04x.15x2.00	ML	84	\$ 38.500,00	\$ 3.234.000,00	
1.1.2	Chapeta metálica en U .34 x3/16" para ensamble vigas	UND	14	\$ 15.000,00	\$ 210.000,00	
1.1.3	Suministro e instalación piso en madera ordinario seco	M2	200	\$ 78.000,00	\$ 15.600.000,00	
1.1.4	Suministro e instalación perfil guía en U para instalación de paneles en madera, incluye chazos y anclajes	ML	304	\$ 23.500,00	\$ 7.144.000,00	
1.1.5	Suministro e instalación de perfiles en T de ensamble vertical	ML	304	\$ 39.500,00	\$ 12.008.000,00	
1.1.6	Suministro e instalación panel enmarcado en listo de pino 4x4 + listón machihembrado en pino. H=2.00*1.50	UND	32	\$ 210.000,00	\$ 6.720.000,00	
1.1.7	Suministro e instalación panel enmarcado en listo de pino 4x4 + listón machihembrado en pino. H=.70*1.50	UND	16	\$ 115.000,00	\$ 1.840.000,00	
1.1.8	Suministro e instalación panel enmarcado en listo de pino 4x4 + listón machihembrado en pino. H=2.00*1.30	UND	28	\$ 210.000,00	\$ 5.880.000,00	
1.1.9	Suministro e instalación panel enmarcado en listo de pino 4x4 + listón machihembrado en pino. H=.40*2.00	UND	8	\$ 108.000,00	\$ 864.000,00	
1.1.10	Suministro e instalación ventana marco en madera 5x5 cms. 1.3 x1.3 mts	UND	16	\$ 470.000,00	\$ 7.520.000,00	
1.1.11	Suministro e instalación ventana marco en madera 5x5 cms. .70x.70 mts	UND	4	\$ 210.000,00	\$ 840.000,00	
1.1.12	Suministro e instalación puerta entamborada madeflex. 2.00x .80. mt.	UND	20	\$ 215.000,00	\$ 4.300.000,00	
	Suministro e instalación estructura cubierta pino 2"x4"	ML	550	\$ 7.500,00	\$ 4.125.000,00	
	<b>CUBIERTA</b>					\$ 17.863.000,00
	Suministro e instalación cubierta termoacústica	M2	216	\$ 73.000,00	\$ 15.768.000,00	
	elementos de fijación	M2	10	\$ 15.000,00	\$ 150.000,00	
	Canal PVC 4"	ML	35	\$ 39.500,00	\$ 1.382.500,00	
	Bajante 4"PVC	ML	15	\$ 37.500,00	\$ 562.500,00	
<b>2.0</b>	<b>INSTALACIONES ELECTRICAS</b>				\$ -	\$ 9.400.000,00
2.1.1	Salida interruptor lampara	SAL	20	\$ 95.000,00	\$ 1.900.000,00	
2.1.2	Salida toma monofásica	SAL	20	\$ 95.000,00	\$ 1.900.000,00	
2.1.3	Suministro e instalación Panel fotovoltaico	UND	4	\$ 650.000,00	\$ 2.600.000,00	
2.1.4	Suministro e instalación regulador de corriente	UND	4	\$ 380.000,00	\$ 1.520.000,00	
2.1.5	Suministro e instalación acumulador de energía	UND	4	\$ 370.000,00	\$ 1.480.000,00	
<b>3.0</b>	<b>INSTALACIONES HIDROSANITARIAS</b>				\$ -	\$ 7.900.000,00
3.1.1	Salida A.N 4"	SAL	4	\$ 120.000,00	\$ 480.000,00	
3.1.2	Salida A.N 2"	SAL	12	\$ 105.000,00	\$ 1.260.000,00	
3.1.3	Salida PVCP 1/2"	SAL	16	\$ 85.000,00	\$ 1.360.000,00	
3.1.4	Suministro e instalación tanque 1000 lys	UND	4	\$ 750.000,00	\$ 3.000.000,00	
3.1.5	Suministro e instalación filtro de purificación	UND	4	\$ 450.000,00	\$ 1.800.000,00	
	<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>				<b>\$ 105.448.000,00</b>	
	<b>TOTAL COSTO INDIRECTO</b>					
	<b>VALOT TOTAL DE LA OFERTA.</b>				<b>\$ 105.448.000,00</b>	

**INDUSTRIAS GABICOL S A S, BOGOTA**

**Razón Social:** INDUSTRIAS GABICOL S A S

**Dirección:**

CALLE 159 A 91 28

ANEXO 3 COTIZACIONES  
Cotización Mármol Madera Y Piedra SAS

CONTIENE: PRESUPUESTO GENERAL FABRICACION PANELES EN MADERA MVRA. Incluye insumos eléctricos e hidrosanitarios.

FECHA: Agosto 20 de 2020.

PROPONENTE: MARMOL MADERA Y PIEDRA.

	DESCRIPCIÓN	UND	CANT	VR. UNIT	VR. PARCIAL	VR. UNITARIO
1.0	<b>CARPINTERIA DE MADERA</b>					\$ 67.931.000,00
1.1.1	Suministro e instalación viga madera .04x.15x2.00	ML	84	\$ 32.000,00	\$ 2.688.000,00	
1.1.2	Chapeta metálica en U .34 x3/16" para ensamble vigas	UND	14	\$ 15.000,00	\$ 210.000,00	
1.1.3	Suministro e instalación piso en madera ordinario seco	M2	200	\$ 75.000,00	\$ 15.000.000,00	
1.1.4	Suministro e instalación perfil guía en U para instalación de paneles en madera, incluye chazos y anclajes	ML	304	\$ 25.000,00	\$ 7.600.000,00	
1.1.5	Suministro e instalación de perfiles en T de ensamble vertical	ML	304	\$ 45.000,00	\$ 13.680.000,00	
1.1.6	Suministro e instalación panel enmarcado en listo de pino 4x4 + listón machihembrado en pino. H=2.00*1.50	UND	32	\$ 185.000,00	\$ 5.920.000,00	
1.1.7	Suministro e instalación panel enmarcado en listo de pino 4x4 + listón machihembrado en pino. H=.70*1.50	UND	16	\$ 105.000,00	\$ 1.680.000,00	
1.1.8	Suministro e instalación panel enmarcado en listo de pino 4x4 + listón machihembrado en pino. H=2.00*1.30	UND	28	\$ 155.000,00	\$ 4.340.000,00	
1.1.9	Suministro e instalación panel enmarcado en listo de pino 4x4 + listón machihembrado en pino. H=.40*2.00	UND	8	\$ 95.000,00	\$ 760.000,00	
1.1.10	Suministro e instalación ventana marco en madera 5x5 cms. 1.3 x1.3 mts	UND	16	\$ 450.000,00	\$ 7.200.000,00	
1.1.11	Suministro e instalación ventana marco en madera 5x5 cms. .70x.70 mts	UND	4	\$ 132.000,00	\$ 528.000,00	
1.1.12	Suministro e instalación puerta entamborada madeflex. 2.00x .80. mt.	UND	20	\$ 210.000,00	\$ 4.200.000,00	
	Suministro e instalación estructura cubierta pino 2"x4"	ML	550	\$ 7.500,00	\$ 4.125.000,00	
	<b>CUBIERTA</b>					\$ 18.137.500,00
	Suministro e instalación cubierta termoacústica	M2	216	\$ 75.000,00	\$ 16.200.000,00	
	Elementos de fijación	M2	10	\$ 15.000,00	\$ 150.000,00	
	Canal PVC 4"	ML	35	\$ 35.000,00	\$ 1.225.000,00	
	Bajante 4"PVC	ML	15	\$ 37.500,00	\$ 562.500,00	
2.0	<b>INSTALACIONES ELECTRICAS</b>				\$ -	\$ 8.200.000,00
2.1.1	Salida interruptor lampara	SAL	20	\$ 85.000,00	\$ 1.700.000,00	
2.1.2	Salida toma monofásica	SAL	20	\$ 85.000,00	\$ 1.700.000,00	
2.1.3	Suministro e instalación Panel fotovoltaico	UND	4	\$ 450.000,00	\$ 1.800.000,00	
2.1.4	Suministro e instalación regulador de corriente	UND	4	\$ 380.000,00	\$ 1.520.000,00	
2.1.5	Suministro e instalación acumulador de energía	UND	4	\$ 370.000,00	\$ 1.480.000,00	
3.0	<b>INSTALACIONES HIDROSANITARIAS</b>				\$ -	\$ 7.900.000,00
3.1.1	Salida A.N 4"	SAL	4	\$ 120.000,00	\$ 480.000,00	
3.1.2	Salida A.N 2"	SAL	12	\$ 105.000,00	\$ 1.260.000,00	
3.1.3	Salida PVCP 1/2"	SAL	16	\$ 85.000,00	\$ 1.360.000,00	
3.1.4	Suministro e instalación tanque 1000 lys	UND	4	\$ 750.000,00	\$ 3.000.000,00	
3.1.5	Suministro e instalación filtro de purificación	UND	4	\$ 450.000,00	\$ 1.800.000,00	
	<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>				\$ 102.168.500,00	
	<b>TOTAL COSTO INDIRECTO</b>					
	<b>VALOT TOTAL DE LA OFERTA.</b>				\$ 102.168.500,00	

**Mármol Madera Y Piedra S.A.S.**

Pulidores De Pisos Marmolerías

Dirección CI 161 A 21-81

Bogotá - Distrito Capital

ANEXO 3 COTIZACIONES  
Cotización Slug Desing

CONTIENE: PRESUPUESTO GENERAL FABRICACION PANELES EN MADERA MVRA. Incluye insumos eléctricos e hidrosanitarios.

FECHA: Agosto 20 de 2020.

PROPONENTE: SLUG DESIGN

	DESCRIPCIÓN	UND	CANT	VR. UNIT	VR. PARCIAL	VR. UNITARIO
1.0	<b>CARPINTERIA DE MADERA</b>					\$ 68.759.220,00
1.1.1	Suministro e instalación viga madera .04x.15x2.00	ML	84	\$ 35.000,00	\$ 2.998.800,00	
1.1.2	Chapeta metálica en U .34 x3/16" para ensamble vigas	UND	14	\$ 15.000,00	\$ 214.200,00	
1.1.3	Suministro e instalación piso en madera ordinario seco	M2	200	\$ 72.000,00	\$ 14.688.000,00	
1.1.4	Suministro e instalación perfil guía en U para instalación de paneles en madera, incluye chazos y anclajes	ML	304	\$ 25.000,00	\$ 7.752.000,00	
1.1.5	Suministro e instalación de perfiles en T de ensamble vertical	ML	304	\$ 39.000,00	\$ 12.093.120,00	
1.1.6	Suministro e instalación panel enmarcado en listo de pino 4x4 + listón machihembrado en pino. H=2.00*1.50	UND	32	\$ 205.000,00	\$ 6.691.200,00	
1.1.7	Suministro e instalación panel enmarcado en listo de pino 4x4 + listón machihembrado en pino. H=.70*1.50	UND	16	\$ 110.000,00	\$ 1.795.200,00	
1.1.8	Suministro e instalación panel enmarcado en listo de pino 4x4 + listón machihembrado en pino. H=2.00*1.30	UND	28	\$ 185.000,00	\$ 5.283.600,00	
1.1.9	Suministro e instalación panel enmarcado en listo de pino 4x4 + listón machihembrado en pino. H=.40*2.00	UND	8	\$ 105.000,00	\$ 856.800,00	
1.1.10	Suministro e instalación ventana marco en madera 5x5 cms. 1.3 x1.3 mts	UND	16	\$ 450.000,00	\$ 7.344.000,00	
1.1.11	Suministro e instalación ventana marco en madera 5x5 cms. .70x.70 mts	UND	4	\$ 135.000,00	\$ 550.800,00	
1.1.12	Suministro e instalación puerta entamborada madeflex. 2.00x .80. mt.	UND	20	\$ 210.000,00	\$ 4.284.000,00	
	Suministro e instalación estructura cubierta pino 2"x4"	ML	550	\$ 7.500,00	\$ 4.207.500,00	
	<b>CUBIERTA</b>				\$ -	\$ 18.500.250,00
	Suministro e instalación cubierta termoacústica	M2	216	\$ 75.000,00	\$ 16.524.000,00	
	elementos de fijación	M2	10	\$ 15.000,00	\$ 153.000,00	
	Canal PVC 4"	ML	35	\$ 35.000,00	\$ 1.249.500,00	
	Bajante 4"PVC	ML	15	\$ 37.500,00	\$ 573.750,00	
					\$ -	
2.0	<b>INSTALACIONES ELECTRICAS</b>				\$ -	\$ 8.364.000,00
2.1.1	Salida interruptor lampara	SAL	20	\$ 85.000,00	\$ 1.734.000,00	
2.1.2	Salida toma monofásica	SAL	20	\$ 85.000,00	\$ 1.734.000,00	
2.1.3	Suministro e instalación Panel fotovoltaico	UND	4	\$ 450.000,00	\$ 1.836.000,00	
2.1.4	Suministro e instalación regulador de corriente	UND	4	\$ 380.000,00	\$ 1.550.400,00	
2.1.5	Suministro e instalación acumulador de energía	UND	4	\$ 370.000,00	\$ 1.509.600,00	
3.0	<b>INSTALACIONES HIDROSANITARIAS</b>				\$ -	\$ 8.058.000,00
3.1.1	Salida A.N 4"	SAL	4	\$ 120.000,00	\$ 489.600,00	
3.1.2	Salida A.N 2"	SAL	12	\$ 105.000,00	\$ 1.285.200,00	
3.1.3	Salida PVCP 1/2"	SAL	16	\$ 85.000,00	\$ 1.387.200,00	
3.1.4	Suministro e instalación tanque 1000 lys	UND	4	\$ 750.000,00	\$ 3.060.000,00	
3.1.5	Suministro e instalación filtro de purificación	UND	4	\$ 450.000,00	\$ 1.836.000,00	
	<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>				\$ 103.681.470,00	
	<b>TOTAL COSTO INDIRECTO</b>					
	<b>VALOT TOTAL DE LA OFERTA.</b>				\$ 103.681.470,00	

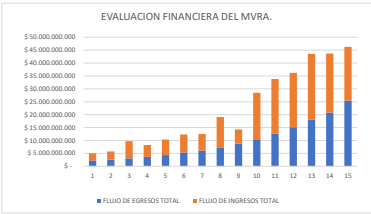


ANEXO 4 EVALUACIÓN FINANCIERA MVRA  
Evaluación Financiera Mvra

FORMATO DE EVALUACIÓN FINANCIERA MVRA - INGRESOS Y EGRESOS

	AÑO	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	TOTAL
FLUJO DE EGRESOS	TOTAL	\$ 2.337.950.000	\$ 2.552.337.216	\$ 3.060.404.396	3.640.777.401	\$ 4.340.971.714	\$ 5.334.545.330	\$ 6.083.942.218	\$ 7.300.895.045	\$ 8.767.487.147	\$ 10.453.650.275	\$ 12.679.649.318	\$ 15.127.864.046	\$ 17.986.811.103	\$ 20.812.066.390	\$ 23.416.997.493	\$ 145.791.853.132
FLUJO DE INGRESOS	TOTAL	\$ 2.794.000.000	\$ 3.186.501.120	\$ 3.679.805.809	4.583.885.603	\$ 5.013.848.795	\$ 7.000.878.796	\$ 8.459.396.491	\$ 11.783.308.105	\$ 5.308.454.978	\$ 18.044.647.236	\$ 21.139.668.342	\$ 21.067.371.943	\$ 25.574.477.349	\$ 22.856.033.784	\$ 20.881.622.475	\$ 183.513.680.783
FLUJO DE CASH (INGRESOS - EGRESOS)	SUBTOTAL	\$ 556.050.000	\$ 634.163.904	\$ 3.619.401.409	\$ 943.908.200	\$ 1.672.877.041	\$ 1.666.333.467	\$ 335.454.273	\$ 4.482.413.060	\$ 3.259.032.169	\$ 7.590.996.961	\$ 8.464.019.024	\$ 5.940.005.897	\$ 7.587.664.246	\$ 2.043.947.394	\$ 4.535.375.017	

Tasa de descuento	2.5%
VPN	\$ 31.001.303.248



ANEXO 4 EVALUACIÓN FINANCIERA MVRA  
Proyección Comercialización Mvra

## PROYECCIÓN COMERCIALIZACIÓN DEL MVRA A 15 AÑOS

[illegible]